

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” ШТИП

ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ

Институт за геологија/Наоѓалишта на минерални сировини



Стојков Сашо, дипл. инж. геолог

МИНЕРАГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ И 3D МОДЕЛ НА НАОЃАЛИШТАТА НА ГРАНИТОИДИ НА ПОТЕГОТ ПЕШТАНИ – ЧАНИШТЕ, ПРИЛЕПСКО

-МАГИСТЕРСКИ ТРУД-

Штип, Декември, 2015

Ментор: д-р Орце Спасовски, редовен професор,
Катедра: Наоѓалишта на минерални сировини,
Факултет за природни и технички науки

Комисија за оценка и одбрана

Претседател: д-р Тодор Серафимовски, редовен професор,
Катедра: Наоѓалишта на минерални сировини,
Факултет за природни и технички науки

Член: д-р Орце Спасовски, редовен професор,
Катедра: Наоѓалишта на минерални сировини,
Факултет за природни и технички науки

Член: д-р Горан Тасев, вонреден професор,
Катедра: Наоѓалишта на минерални сировини,
Факултет за природни и технички науки

Назив на научно поле: Применета геологија и геофизика

Научна област: Економска геологија и лежишта на минерални
сировини

Објавени трудови

Stojkov, S., Spasovski, O., 2014: Possibilities for using granodiorite of “Lozjanska Reka”, village of Krusevica (Western Macedonia), as an architectural stone. *Geologica Macedonica*, Vol. 28, No. 1 pp. 19-26. ISSN 0352-1206.

A b s t r a c t: The granodiorite of the Lozjanska Reka, western Macedonia, has been examined in order to determine the possibility to be used as an architectural stone. The samples were taken from the surface parts, and the results from their physical and examination have shown that rock mass itself satisfies all requirements from the use as architectural stone according to the state standards of R. Macedonia. Also the quality of the stone is greater in the deeper parts of the terrain where the influences from the outside have a very small effect. This stone does not have highly decorative features but it has a very fine grained structure which has a positive effect for the technical characteristics and for the being a subject for processing.

Key words: granodiorite, Lozjanska Reka, architectural stone, mineralogic – petrographic composition, physical – mechanical characteristics.

Stojkov, S., Spasovski, O., and Spasovski, D., 2015: Mineralogical-petrographic and chemical composition of the granitoid rocks from the locality Kalen, Western Macedonia. *Geologica Macedonica*, Vol. 29, No. 2, pp. 197–208.

A b s t r a c t: In this paper are shown the results of the mineralogical-petrographic and chemical study of granitoid rocks from the Kalen locality. The mineralogical-petrographic characteristics of samples that were taken, has been determined by use of the polarized light microscope Leitz Vetzlar, Germany. The mineralogical composition was determined by the X-ray diffraction method of the dust samples (XRD) and using scanning electron microscope. Based on the geological investigations performed on the field and laboratory study of the particular samples taken from the granitoid rocks from Kalen locality, were determined the following types of rocks: coarse grained granodiorite and porphyroidal granodiorite.

Key words: granodiorite; Kalen; mineralogical-petrographic composition; chemical composition; X-ray diffraction; scanning; electron microscope

Благодарност

Должен сум и чувствувам обврска да изразам благодарност до сите кои на каков било начин помогнаа за реализирање на овој магистерски труд, а пред се на моето семејство кое во изминатиот временски период издржа поради моето отсуство при реализирањето на оваа задача.

За прифаќањето на ментор на овој Магистерски труд, за севкупно дадената помош воопшто, за укажаните совети, поуки и сугестии, изразувам голема благодарност до менторот проф. д-р Орце Спасовски.

Посебна обврска чувствувам да изразам благодарност и до: проф. д-р Тодор Серафимовски и проф. д-р Горан Тасев, за дадените корисни совети, корекциите на ракописот, техничкиот изглед и целосната дадена помош при изработката на магистерскиот труд.

Должам благодарност до менаџерскиот тим во фирмата во која работам КРИН КГ ПРИЛЕП, за разбирањето, слободата и за севкупната дадена помош воопшто.

На крајот, ја користам оваа пригода да им изразам благодарност на сите они коишто на каков било начин ми помогнаа во извршувањето на поставената задача.

Без сите нив немаше ниту да започне и затоа можам само едно да им кажам на сите заедно ГОЛЕМО БЛАГОДАРАМ.

МИНЕРАГЕНЕТСКИ КАРЕКТЕРИСТИКИ НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ НА ПОТЕГОТ ПЕШТАНИ – ЧАНИШТЕ, ПРИЛЕПСКО

Краток извадок:

Во овој труд комплексно ќе бидат презентирани минерагенетските карактеристики на гранитоидните карпи на потегот Пештани – Чаниште, односно ќе бидат презентирани сите параметри кои ќе се добијат како резултат на извршените научни испитувања кои донекаде ќе дадат една јасна слика за специфичноста на појавувањето, типот и видот на гранитоидните карпи, кое пред се бара една научна подлога за насочување на регионалните и деталните геолошки истражувања во функција на осознавањето на пошироката околина, најнапред во доменот на структуролошките прашања, а потоа и на, со време, запоставуваните минералошки карактеристики на гранитоидните карпи.

Врз основа на резултатите од испитувањето, со современ пристап и користењето на аналитичките податоци даден е петрографски приказ на сите вариетети на гранитоидни карпи. Хемискиот составот на карпите заедно со нивниот квантитативен минерален состав и хемискиот состав на минералните фази послужија како основа за нивна современа класификација.

Моделирањето на поедини делови од наоѓалиштата во трите димензии неспорно доведува до насочување и моделирање на перспективните резерви во услови на активна експлоатација со комерцијална димензија. Ваквото моделирање особено има своја непобитна страна во осознавањето на степенот на распуканоста, што е еден од основните услови за комерцијалитетот на финалниот производ.

Пазарната вредност на гранитоидните карпи од проучуваните неспорно има големо влијание во насочувањето на геолошките истражни работи и отвора можност за проширување на експлоатационите површини.

Клучни зборови: гранитоидни карпи, моделирање, минералошки состав, геохемиски карактеристики, главни елементи, микроелементи.

MINEROGENETIC FEATURES OF GARNITOIDE ROCKS OF THE LOCALITY PESTANI – CANISTE,PRILEPSKO

Abstract:

This paper will be presented complex minerogenetic features of granitoids rocks of the move Peshtani - Chanishte, that will be presented to all the parameters will be obtained as a result of completed scientific investigations which will somewhat give a clear picture of the specificity of the appearance, the type and the type of granitoidnite rocks, which primarily requires a scientific background to guide regional and detailed geological research aimed at understanding of the wider environment, primarily in the area of structural questions, and then, with time, neglected mineralogical features of granitoid rocks.

Based on the results of the examination, with a modern approach and the use of analytical data is a petrographic display all varieties of granitoide rocks. The chemical composition of the rocks with their quantitative mineral composition and chemical composition of mineral phases served as the basis for their contemporary classification.

The modeling of certain parts of the findings in the three dimensions undoubtedly led to directing and modeling of prospective reserves in terms of active exploitation of the commercial dimension. This particular model has its undeniable part in understanding the extent of cracked, which is one of the basic conditions for commercial value the final product.

The market value of granitoid rocks studied undoubtedly have a major impact in guiding the geological investigation and an opportunity to expand the exploitation areas.

Key words: granitoid rocks, modeling, mineralogical composition, geochemical features, the main elements, microelements.

СОДРЖИНА

1.0. ВОВЕД	1
2.0. МЕТОДИ НА ИСПИТУВАЊЕ	3
2.1. ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИТЕ НА ИСПИТУВАЊЕ	3
2.1.1. Минералошко – петрографски испитувања со поларизационен микроскоп	3
2.1.2. Рендгенографски испитувања	4
2.1.3. Хемиски анализи на карпите	4
2.1.3.1. <i>Анализа на макроеlementи</i>	4
2.1.3.2. <i>Анализа на микроelementи</i>	5
2.1.4. Хемиски анализи на минералните фази	5
3.0. ПРЕГЛЕД НА ПРЕТХОДНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА	5
4.0. ОСНОВНИ ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ	7
4.1. ТРАКАСТИ МУСКОВИТ – БИОТИТСКИ ГНАЈСЕВИ (Gmb)	8
4.2. ТРАКАСТИ МУСКОВТСКИ ГНАЈСЕВИ (Gm)	10
4.3. ГРАНАТСКО – ДИСТЕНСКИ МИКАШИСТИ (Scy).....	10
4.4. ГРАНАТ СТАУРОЛИТСКИ МИКАШИСТИ (Sq).....	11
4.5. АМФИБОЛИТИ И АМФИБОЛИТСКИ ШКРИЛЦИ (A).....	11
4.6. СИВИ ДО СИВОБЕЛИ ДОЛОМИТСКИ МЕРМЕРИ (Md)	12
4.7. КАЛЦИТСКИ МЕРМЕРИ (M)	12
4.8. ГРАНИТОИДИ	12
4.8.1. Порфиоридни гранодиорити ($\delta\gamma$)	13
4.8.2. Масивни средно до крупнозрнести гранодиорити ($\delta\gamma$)	14
4.9. АПЛИТИ, ПЕГМАТИТИ И КВАРЦНИ ЖИЦИ	15
4.10. ПЛОЧЕСТИ И БАНКОВИТИ ВАРОВНИЦИ (${}^4K^3_2$)	16
4.11. ПЕСОЧНИЦИ, ГЛИНЦИ И КОНГЛОМЕРАТИ (${}^2K^3_2$)	17
4.12. НЕОГЕНИ И КВАРТЕРНИ СЕДИМЕНТИ И МАГМАТИТИ	17

4.12.1. Чакали, песоци и суглини (PI_3)	17
4.12.2. Вулканогено – седиментни творевини (PI, Q)	18
4.12.3. Карбонатно – бигорливите творевини (PI, Q)	18
4.12.4. Пролувиум (pr)	19
4.12.5. Делувиум (d)	19
4.13. ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	19
5. 0. ЛОКАЛНИ ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	21
5.1. НАОЃАЛИШТЕ ПЕШТАНИ	21
5.2. НАОЃАЛИШТЕ КАЛЕН	23
5.3. НАОЃАЛИШТЕ ЛОЗЈАНСКА РЕКА (КРУШЕВИЦА)	25
5.4. НАОЃАЛИШТЕ КОСОВСКА РЕКА (ЧАНИШТЕ)	28
6.0. ПЕТРОГРАФИЈА И МИНЕРАЛЕН СОСТАВ ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ ...	33
6.1. МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ КАРЕКТЕРИСТИКИ НА КАРПИТЕ	33
6.1.1. Гранитогнајс Пештани	33
6.1.2. Крупнозрнест гранодиорит Кален.....	36
6.1.3. Порфиرويدен гранодиорит Кален	37
6.1.4. Гранодиорит Лозјанска Река	40
6.1.5. Ситнозрнест гранит Косовска Река	41
6.1.6. Крупнозрнест гранодиорит Косовска Река	43
7.0. МИНЕРАЛЕН СОСТАВ НА КАРПИТЕ	47
7.1. МИНЕРАЛЕН СОСТАВ НА КАРПИТЕ ОДРЕДЕН СО XRD МЕТОДАТА	47
7.2. МИНЕРАЛЕН СОСТАВ ОДРЕДЕН СО СКАНИНГ ЕЛЕКТРОНСКИ МИКРОСКОП	50
7.1. ПИРОКСЕНИ – аугит	50
7.2. АМФИБОЛ – хорнбленда	51

7.3. ЛИСКУН – биотит	51
7.4. ЛИСКУН – мусковит	52
7.5. ПЛАГИОКЛАСИ – албит	52
7.6. ФЕЛДСПАТ - ортоклас	53
7.7. КВАРЦ	54
7.8. АКЦЕСОРНИ МИНЕРАЛИ	54
8.0. ГЕОХЕМИЈА НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ	91
8.1. ГЛАВНИ ЕЛЕМЕНТИ	91
8.2. КЛАСИФИКАЦИЈА НА КАРПИТЕ ВРЗ ОСНОВА НА СОДЖИНАТА НА ГЛАВНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ	97
8.2.1. Класификација на карпите спрема $K_2O + Na_2O - SiO_2$	97
8.2.2. АФМ дијаграм	99
8.3. МИКРОЕЛЕМЕНТИ	100
9.0. ГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	106
10.0 КОМПЈУТЕРСКО МОДЕЛИРАЊЕ И 3Д-МОДЕЛИ	111
10.1. НАЧИН НА ИЗРАБОТКА НА 3Д-МОДЕЛ	111
11.0. ЗАКЛУЧОК	123
ЛИТЕРАТУРА	125

1.0. ВОВЕД

Наоѓалиштата на гранитоидните карпи кои се предмет на нашите проучувања се наоѓаат на локалитетите Лозјанска река (Крушевица), Косовска река (Чаниште), Кален и Пештани со генерално протегање ССЗ – ЈЈИ и се наоѓаат јужно од градот Прилеп. Овие карпи најчесто се крупнозрнести и имаат масивен изглед. Гранитоидните карпи од ова подрачје се истражувани во подолг временски период и објавени се поголем број на стручни и научни трудови кои се темелат на тогашната теренска и лабораториска документација. Според досегашните податоци карпите се класифицирани како гранити, гранодиорити и гранитогнајсеви. Со оглед дека станува збор за непотполни и застарени податоци, на современ начин не можат да ги дефинираат основните и општите петрохемиски и геотектонски карактеристики на овие карпи, а со тоа и геодинамичката еволуција на теренот.

Основна задача на овој магистерски труд е проучување на минерагенетските карактеристики на карпите, во прв ред петролошко, геохемиско и геотектонско дефинирање врз база на собрани нови примероци од отворените каменоломи, откриени профили, а дел и од дупнатините.

Со теренските работи е опфатено систематско земање на примероци од истражуваното подрачје. Методиката на лабораториските работи е прилагодена на достапната опрема во соодветните институции во Р. Македонија. Сите собрани примероци беа предмет на микроскопско-петрографски анализи. Минералниот состав на карпите, освен со поларизационен микроскоп, одреден е и рендгенографски.

Направени се хемиски анализи на карпите за главните елементи, стандардни и дијагностички микроелементи со користење на рендгентска дифракција (X-Ray Diffraction), индуктивно спрегната плазма – масена спектрометрија (ICP-MS). Квантитативниот состав на минералите е одреден со методот сканинг електронски микроскоп (SEM – *Scanning Electron Mikroskopy*).

Врз основа на резултатите со модерен пристап и користењето на аналитичките податоци даден е петрографски приказ на сите вариетети на гранитоидни карпи. Хемизмот на карпите заедно со нивниот квантитативен минерален состав и

хемискиот состав на минералните фази послужија како основа за нивна современа класификација. Во трудот се прикажани петролошките и петрогенетските карактеристики на гранитоидните карпи, како и моделирањето на наоѓалиштата во проучуваното подрачје.

2.0. МЕТОДИ НА ИСПИТУВАЊЕ

Во рамките на гранитоидните карпи од непосредната околина на Мариово со спроведените истражувања се зафатени четири локалитета (Лозјанска Река, Косовска Река, Кален, Пештани). За различни типови на испитувања одбрани се примероци кои се репрезентативни за сите четири локалитети. Местата на земањето на примероците се прикажани на геолошките карти на соодветните локалитети.

Примероците од различните вариетети на гранитоиди се собирали во повеќе наврати од свежи изданоци, отворени профили во близина на патиштата, засеци – етажи од каменоломите, од потоците и од дупнатините како би се добила што поверодостојна слика за распространувањето на различните вариетети на теренот. Бројот на теренските примероци е одреден зависно од геолошките карактеристики, неговата откриеност, забележаните минералошки и структурно – текстурни вариетети на изданоците, од свежината на карпите.

2.1. ПРЕГЛЕД НА МЕТОДИТЕ НА ИСПИТУВАЊЕ

Со оптичките методи се истражени теренски собрани примероци од карпите. Врз основа на оптичките испитувања извршена е селекција на примероците при што се одбрани примероци за детални микроскопски и геохемиски испитувања и примероци за одредување на квантитативниот состав на минералите со сканинг – електронски микроскоп и четири примероци за рендгенографски испитувања.

2.1.1. Минералошко – петрографски испитувања со поларизационен микроскоп

За одредување на минералниот состав и структурно – текстурните карактеристики на карпите изработени се микроскопски препарати со стандардна дебелина 0.02 – 0.03mm. При изработката на микроскопските препарати користени се предметни стакленца со димензии 2.8x4.8x0.1cm, а како врзивно средство и како внатрешен стандард со индекс на прекршување е Канада балзам.

При микроскопските одредувања е користен поларизационен микроскоп OLIMPYS со зголемувања 2.5x10 и 10x10 () на Факултетот за природни и технички науки во

Штип. На истиот факултет се направени микрофотографии на кои се претставени микрофизеографските карактеристики на карпите.

Микроскопирањето е извршено во поларизирана светлина во ортоскопски услови без и со вклучен анализатор, при што е користен стандарден микроскопски прибор. Како извор на светлина е користена бела светлина.

2.1.2. Рендгенографски испитувања

Минералниот состав на 5 примероци од карпите одреден е и со методот на рендгентска дифракција на прав на примероците (*X-Ray Diffraction*). Од добиените рендгентски дифрактограми одреден е составот на фините зрна во матриксот, како и секундарните минерали кои не се идентификувани со микроскоп.

Рендгенско дифракционите испитувања се извршени со X-ray diffractometer, Shimadzu, XRD 6100.

Условите на снимање се следниве: target CuK α , wave (A)1.54060, Voltage (kV) 40, current (mA) 30, theta-2theta range (deg) 10 000-80 000, speed (deg/min) 2.00, pitch (deg) 0.100, preset time (sec) 0.12.

2.1.3. Хемиски анализи на карпите

2.1.3.1. Анализа на макроеlementи

На главни елементи се анализирани 25 примероци. Примероците се ситнети во челусна дробилка. Претходно се отстранети сите видливи вклопени фрагменти со кора на распаѓање и жилички од секундарни минерали. По извршената редукција со квартирање до 300 g пробата е мелена во ахатен млин, потоа од добиениот прав од карпите се мери 0.5 g кој се третира со “HNO₃”, па до влажни соли, а во 3 порции со 1.5 ml HClO₄ па и 5ml HF, па до влажни соли кои потоа се раствораат со 2.5ml “HNO₃” (ISO 14869-1). Отчитувањето се врши со ICP – MS Agilent 7500 и при тоа примерокот се разредува 1 : 100. За одредување на SiO₂ примерокот се топи со калиум тетра борат, а потоа SiO₂ се одредува гравиметриски,

2.1.3.2. Анализа на микроелементи

На шест примероци направени се анализи на микроелементи. Припремата на примероците е направена во лабораторијата за Заштита на растенијата и животната средина на Земјоделскиот факултет во Штип. Отчитувањето се врши со ICP – MS Agilent 7500 и при тоа примерокот се разредува 10 : 100.

Условите на отчитувањето се според производител и пропишани со ISO 17294 – 2 /2003.

2.1.4. Хемиски анализи на минералните фази

Припремата на примероците е направена се сечење на примероците во вид на плочки со димензии 16x16x7 mm, мазнење и полирање. Анализи на 10 примерока се направени на скенинг електронски микроскоп (SEM – *Scanning Electron Mikroskopy*) производство на Teskan од Чешка тип VEGA 3 LMU и детектор SE и EDS, напон од 20kV и висок вакум од 10^{-2} .

3.0. ПРЕГЛЕД НА ПРЕТХОДНИТЕ ИСТРАЖУВАЊА

Првите кратки податоци за истражуваното подрачје се наоѓаат во работата на Воуе (1891) чиј превод се наоѓа во анализите на Балканскиот полуостров. Покасно Цвијиќ (1906 – 1911) ни дава податоци за ова подрачје. Во периодот 1914 – 1918, овој терен го проучувале неколку геолози и минералози, кои покасно ги печателе своите работи. Николов (1924) ни дава подетален опис на петрографијата и минералологијата на Селечка Планина. Космат (1924) ни дава доста корисни податоци за геологијата, петрографијата и тектониката на Селечка Планина. Тучан (1926) прилепските гранити не ги признава како граните, туку смета дека се гнајсеви бидејќи се шкрилави. Бариќ (1936, 1940, 1956) вршел минералошко – кристалографски испитувања на дистенот од Прилепец, ги опишува појавите на дистенски микашисти на Селечка Планина. Мариќ (1936, 1938, 1940, 1949) е еден од истражувачите кој најмногу се бавел со петрографски проучувања на Селечка Планина пишувајќи за петрографскиот и геолошкиот состав на поединечни делови на оваа планина. Илиќ (1950) со испитувањата на Бабуна и во околината

на Прилеп, смета дека гнајсевите во ова подрачје се ортогнајсеви со различен степен на шкрилавост и тоа од нормални гранити до ситно набрани ортогнајсеви. Во периодот 1956—1966 година на подрачјето на Селечка планина и Витолиште се вршени проспекциски испитувања на уран од страна на Заводот за нуклеарни сировини – Белград. Во рамките на овие испитувањата се изработени и геолошки карти за одредени локалности.

Стојанов (1958, 1960, 1968 и 1974) врши истражувања овие терени и издвојува различни типови на гнајсеви, микашисти, шкрилци, амфиболити и гранитоидни карпи.

Арсовски (1960) го издвоил Пелагонот како хорст – антиклинориум, со доминации на брахиформни периклинални структури, изграден само од прекамбриски високо метаморфни карпи.

Мајер (1960) на подрачјето јужно од селото Бонче опишува појави на метагабро и смета дека тие се најверојатно прави пробои на норити кои можат да бидат поврзани со мезозојскиот иницијален магматизам, а подоцна биле изменети со алкална метасоматоза.

Протиќ (1963) издвоил шкрилци со низок кристалинитет (филитични игкрилци од фација на зелени шкрилци) и шкрилци со повисок кристалинитет (гнајсеви, микашисти и амфиболитски карпи) во југозападниот дел од Селечка планина. Според неговите испитувања, на регионалниот метаморфизам се надоврзале алкални метасоматски процеси, манифестирани во различни форми.

Теофиловиќ (1966) вршејќи испитувања во јужниот дел од Пелагонот, укажува на постоењето на алписки структури долж западниот раб на Вардарска зона и источниот раб на Пелагонот.

Со изработката на основната геолошка карта на СФРЈ, авторите на листот Прилеп во размер 1 : 100 000 (Ракичевиќ, Стојанов и Арсовски, 1965) во Толкувачот детално го обработуваат литолошкиот состав на карпите од листот Прилеп.

Во истиот период, при изработката на Основната Геолошка карта на СФРЈ, авторите на листот Витолиште во размер 1 : 100 000 (Думурџанов, Христов, 1976)

во Толкувачот го обработуваат литолошкиот состав на карпите на листот Витолиште каде припаѓа и концесијата Косовска Река.

Според Думурџанов (1986) Пелагонските гранитоиди во постарата литература се познати како прилепски гранити, меѓутоа со деталните проучувања вршени во последните триесет години од минатиот век утврдено е дека тие се претставени претежно со гранодиорити (околу 70%) и кварцдиорити (околу 20%), а помалку се кварцмонзонити и гранити. Понови податоци по однос на хемискиот состав и минералошко петрографските карактеристики од гранитоидните карпи од истражуваното подрачје можат да се најдат во работите на Спасовски (2010, 2011, 2012) и Стојков (2014), Спасовски и др. (2015).

4.0. ОСНОВНИ ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОШИРОКОТО ПОДРАЧЈЕ

На пошироката околина на истражуваното подрачје се издвоени комплекси на прекамбриски и терциерн-квартерни седиментни и магматски карпи (слика 1).

Во прекамбрискиот метаморфен комплекс е изведена гнајсно - микашисна серија која го претставува долниот дел на комплексот која е изградена од гнајсеви, микашисти, амфиболити и амфиболитски шкрилци. Гнајсевите се доминантен литолошки член во серијата, а застапени се и тракасти мусковит - биотитски и тракасти мусковитски гнајсеви. Микашистите се развиени во различни хоризонти на серијата и застапени се со гранатски, гранат- стауролитски и гранат - дистенски микашисти. Амфиболитите и амфиболитските шкрилци се јавуваат во повеќе нивоа на серијата како остро издвоени траки и маси во кои се наоѓаат и реликтни остатоци на метагабро.

Во прекамбрискиот комплекс се широко распространети и гранитоидни карпи претставени со порфиرويدни гранодиорити, масивни средно до крупнозрнести гранодиорити, со преоди во кварц - диорит и кварц - монзонит и нивни жилни карпи, аплити и пегматити. Гранитоидите ги пробиваат карпите од гнајсно - микашисната серија.

Во комплексот на терциарно-квартерните творевини се издвоени: плиоценски, плиоцен - плеистоценски, плеистоценски и холоценски карпи.

4.1. ТРАКАСТИ МУСКОВИТ – БИОТИТСКИ ГНАЈСЕВИ (Gmb)

Тракастите мусковит-биотитски гнајсеви доминираат на теренот и во поголеми маси се развиени во централниот и западниот дел на Пелагонот каде ги изградуваат пределите на Ниџе и Селечка планина.

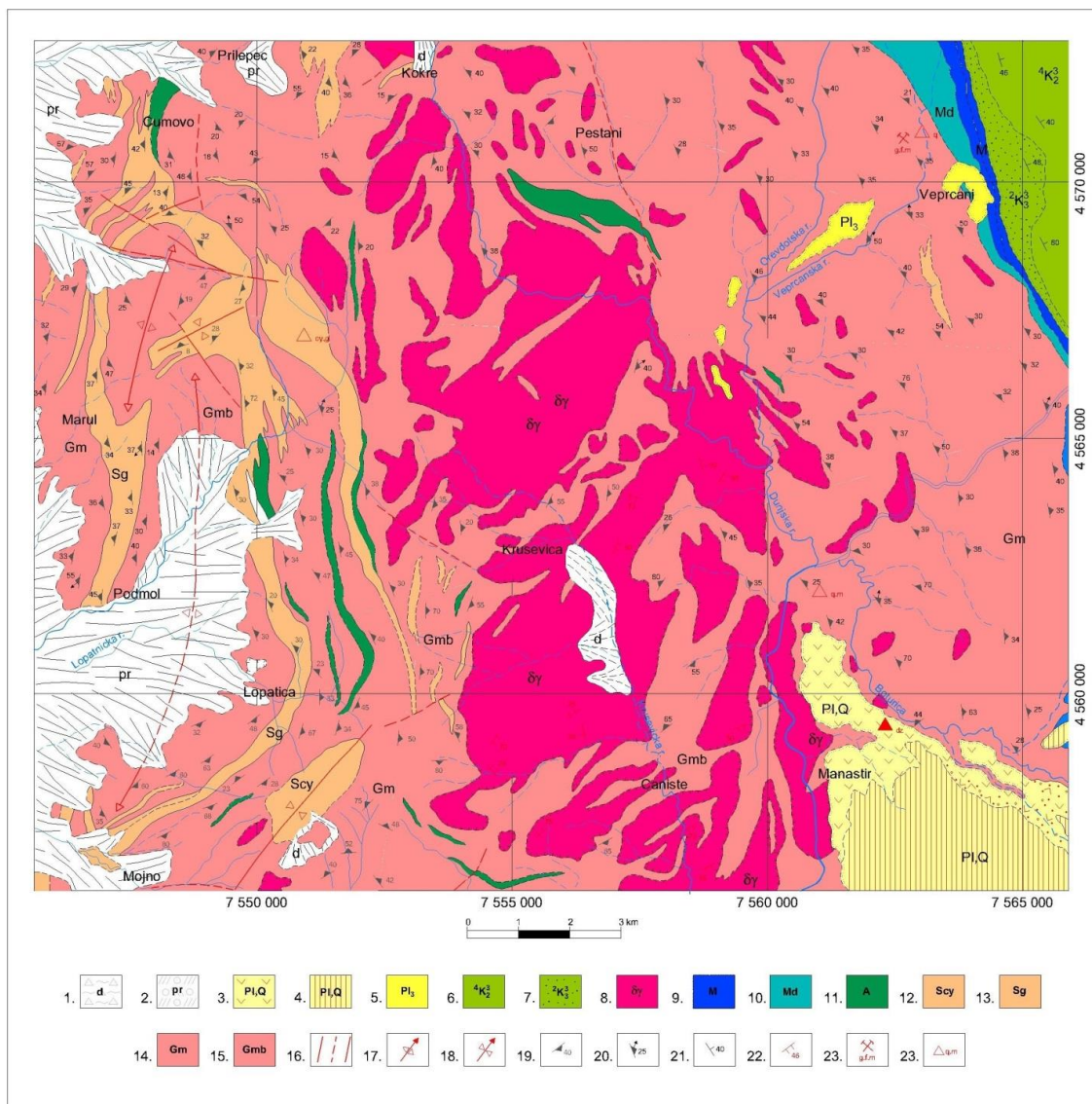
Овие гнајсеви се главно развиени во подлабоките нивои на геолошкиот столб, но и во близина на гранодиоритските маси каде што нивните минералошки карактеристики се во тесна врска со интрузијата на гранодиоритите и претставуваат мигматити. Минералошкиот состав и структурно - текстурната градба, таквите мигматити ги карактеризираат како епидолитски тип во кој се сменуваат траки од парасупстрат со траки најчесто од фелдспатски неосом, а ретко од пегматитоиден состав.

Освен дел од фелдспатската маса, во гнајсевите и дел од биотитот, има метасоматско потекло и истиот се јавува во поголема концентрација само во близина на гранодиоритските маси или во интензивно фелдспатизирани зони, додека со оддалечувањето од контактот на гранодиоритските маси неговото количество значително се намалува.

Тракастите мусковит - биотитски гнајсеви се сиви, средно до крупнозрнести карпи со лепидогранобластична структура. Како битни минерали во нив се јавуваат кварц, калиски фелдспат, плагиокласи, мусковит и биотит. Локално содржат гранат кој на подрачјето на Подмолската и Штавичката брахиантиклинала достигнува до 5%, како и епидот.

Калискиот фелдспат е застапен со микроклин, а плагиокласите со олигоклас и ретко андезин.

Хемискиот состав на овие гнајсеви е зависен од интензитетот на метасоматскиот процес. Гнајсевите интензивно мигматизирани со својот хемиски состав мошне се доближуваат до составот на гранодиоритите.



Слика 1. Геолошка карта на поширокото подрачје (Основна геолошка карта 1:100 000)

- 1) делувиум, 2) пролувиум 3) вулканогено – седиментни творевини , 4) карбонатно – бигорливите творевини, 5) чакали, песоци и суглини 6) плочести и банковити варовници, 7) песочницим глинци и конгломерати 8) гранитоиди, 9) калцитски мермери, 10) сиви до сивобели доломитски мермери 11) амфиболити и амфиблитски шкрилци 12) гранатско – дистенски микашисти, 13) гранат страуролитски микашисти 13) тракаст мусковитски гнајс, 14) тракст мусковитско – биотитски гнајс..

Figure 1. Geological map of the wider area (Basic geological map 1:100000)

- 1) deluvium, 2) proluvium 3) gravels, sands and clays 4)carbonate - travertine formations 5) volcanogenic - sedimentary formations 6) slabs and banked limestone 7)sandstones and conglomerates clay8) granitoids 9) calcite marbles 10) gray to gray-white dolomite marbles 11) amphibolites and shist amfibolitice 12) garnet - kyanite micaschists 13)strip muscovite gneiss

4.2. ТРАКАСТИ МУСКОВТСКИ ГНАЈСЕВИ (Gm)

Овие гнајсеви се најшироко распространети во источниот дел од теренот каде што учествуваат во изградбата на пределите на планините Дрен, Селечка, Зелка и Козјак, потоа се развиени меѓу врвовите Ниџе и Кајмакчалан, во западниот дел на Селечка планина, а по правило речиси секогаш се развиени и на преодот од дволискунските гнајсеви во микашисти.

Нивните граници со погореопишаните типови на гнајсеви и со микашистите се постепени, а исто така и со карпите од мермерната серија. На контактот со микашистите имаат карактер на лептинолити. Минералошкиот состав и структурно - текстурните карактеристики укажуваат дека и овие гнајсеви биле зафатени со метасоматскиот процес на пелагонските гранитоиди, но интензитетот на фелдспатизацијата во нив е значително послаб поради што и не претрпеле поголеми измени. Затоа, главно, се среќаваат во повисоките делови на гнајсно – микашисната серија каде нема поголеми гранитоидни маси. Мусковитските гнајсеви се сиви до сиво - бели, ситно до среднозрнести карпи со тракаста текстура и лепидогранобластична структура. Составени се од кварц, микроклин, плагиокласи (главно олигоклас), мусковит, послабо биотит, а локално и фенгит.

4.3. ГРАНАТСКО – ДИСТЕНСКИ МИКАШИСТИ (Sc_γ)

Масите на гранатските микашисти во централните делови на Пелагонот се мошне богати со дистен во некои делови од своето распространување. Такви микашисти се развиени источно од селото Прилепец, кај селата Штавица, Бонче, врвот Високо, Бобиште, селото Орле, месноста Крапа, селото Маково и други места. Овие микашисти се крупнолискуновити, мошне ушкрилени, набрани до плисирани. Составени се од мусковит, кварц, алмандин и дистен. Локално во споредни или поголеми количества се јавуваат: стауролит, биотит, турмалин, амфибол, хлорит и рутил. Дистенот е развиен во темносиви, ретко сиви кристали, долги до 25 cm. Кај Бонче и во долината на Коњска река се јавуваат тенки зони од микашисти во кои стауролитот силно преовладува и истиот се јавува со правилн кристали со големина и до 6 x 3 cm.

4.5. ГРАНАТ СТАУРОЛИТСКИ МИКАШИСТИ (Sq)

Овие карпи имаат најголемо распространување од микашистите и се ситнолискуновити и личат на филитомикашисти. Овие микашисти се сиви, ситно набрани до плисирани карпи, составени од кварц, мусковит и алмадин, а слабо и стауrolити. Локално во споредни количини се јавуваат: биотит, фелдспати, титанит, графит, амфибол и хлорит.

4.6. АМФИБОЛИТИ И АМФИБЛИТСКИ ШКРИЛЦИ (A)

Во различни нивоа на гнајсно - микашисната серија, внатре во гнајсевите, како и на преодот меѓу гнајсевите и микашистите, а ретко и во микашистите се јавуваат како релативно остро издвоени конкордантни траки или издолжени неправилни тела од амфиболити и амфиболитски шкрилци. Поголеми маси од овие карпи се наоѓаат на Селечка планина, кај селата Кокре, Кален, Бонче, Чумово, Маково и месноста Крапа. Присуството на реликтни остатоци на метагабро во амфиболитските маси укажува на магматско потекло на амфиболитите.

Со деталните испитувања на сите издвоени маси и траки на зелени карпи е утврдена широка минерална асоцијација и како одделни вариетети се застапени: епидотски, епидот - пироксен - гранатски и епидот - биотитски амфиболити.

Амфиболитите се светлозелени до темнозелени, ситнозрнести до крупнозрнести карпи, најчесто зашкрилени, а поретко масивни. Како главни минерали во нив се јавуваат амфибол, олигоклас, андезин, поретко албит - олигоклас и епидот, додека гранат, цоисит, биотит, диопсид, титанит, кварц и рутил со своето количество мошне варираат. Често се застапени во споредни количества, но локално тие се јавуваат и како важни минерали.

Амфиболите се застапени со светлозелени до темнозелени кристали на хорнбленда.

Амфиболитските шкрилци се јавуваат во рабните делови на амфиболитските маси или како одделни тенки траки. Тие се карактеризираат со поголема содржина на кварц и албит, интензивно се зашкрилени и локално преминуваат во амфиболски гнајсеви.

Освен амфиболити и амфиболитски шкрилци, во масите на зелени карпи се јавуваат и партии кои личат на еклогити. Така, во релативно крупните маси развиени кај село Кокре се јавуваат ситнозрнести светлозелени, значително зашкрилени карпи кои со својот минералошки состав одговараат на групата Б на еклогити. Изградени се од амфибол, пироксен, гранат, а послабо содржат епидот и плагиоклас. Гранатите се застапени со алмандин, а амфиболите со хорнбленда.

4.7. СИВИ ДО СИВОБЕЛИ ДОЛОМИТСКИ МЕРМЕРИ (Md)

Доломитските мермери се развиени во долниот дел на мермерната серија. Пошнуваат со пчочести циполини и главно се јавуваат како банковити мермери, а сосема ретко поминуваат во масивни. Целата маса е релативно хомогена и главно е изградена од доломитски, а послабо од доломитско - калцитски мермери. Мермерите се ситнозрнести до масивни, мошне распукани. По боја најчесто се сиво – бели до бели. На истражуваното подрачје се развиени во североисточните делови.

4.8. КАЛЦИТСКИ МЕРМЕРИ (M)

Во горниот дел на мермерната серија, постепено од доломитските мермери се развиваат плочести до банковити калцитски мермери. Го претставуваат завршниот дел на оваа серија, а се откриени во североисточниот дел од истражуваното подрачје. Калцитските мермери се средно до ситнозрнести, сиво-бело до бело обоени. Во најголем дел се калцитски, а сосема ретко преминуваат во доломитско 0 калцитски мермери.

4.9. ГРАНИТОИДИ

Прекамбриските метаморфни карпи се пробиени со голем број на гранитоидни крупни маси и мали тела концентрирани во најголем дел долж оската на Пелагонскиот хорст-антиклинориум. Во поголеми маси се откриени на подрачјето на Селечка планина и северните падини на Ниџе.

Врз основа на структурно – текстурните карактеристики и минералошкиот состав, во склопот на гранодиоритите се издвојуваат две главни вариетети: порфиرويدни гранодиорити и масивни средно до крупнозрнести гранодиорити.

Меѓутоа, покрај издвоените два главни типа, треба да се додаде дека со микроскопските испитувања е констатирано значително варирање во минералошкиот состав на гранодиоритите, а особено во масивниот тип. Така со нанесувањето на модалните анализи во Јохансеновиот дијаграм за магматска диференцијација, каде се зема односот ортоклас : плагиоклас : кварц се добива слика дека дел од гранодиоритите претставуваат кварц-диорити, мал дел кварцмонзонити, а сосема ретко гранити. Од преку 300 модални анализи нанесени во дијаграмот, 65% паѓаат во полето на гранодиорити, околу 30% во кварцдиорити и 5% во кварцмонзонити, а сосема малку и гранити.

Иако нема директни контакти меѓу двата издвоена типа, нивниот начин на појавување и односот со окцесто – амигдалоидните гнајсеви укажува дека порфиرويدниот тип најверојатно ја претставува почетната фаза на интрузијата на пелагонските гранитоиди.

4.9.1 Порфиоридни гранодиорити ($\delta\gamma$)

Во јужниот дел на Селечка планина, како и на Кајмакчалан, долж фолијацијата на прекамбриските метаморфити, се втиснати голем број мали тела и поголеми издолжени маси од порфиرويدни гранодиорити. Овие магматски тела се следени со интензивна калиска метасоматоза во околните карпи, така што секогаш се обиколени со окцесто–амигдалоидни гнајсеви. Локално, бластезата на фелдспатските порфиروبлатсти во гнајсевите е толку интензивна, што тешко се повлекува граница меѓу гнајсевите и гранодиоритите. На теренот, порфиرويدните гранодиорити секогаш се јавуваат во одделни тела, а негови поголеми маси се наоѓаат североисточно од селото Врпско, на Селечка планина, на Старков Гроб, меѓу Коњска река и Будимирци.

Порфиرويدните гранодиорити се сиви до темносиви, крупнозрнести карпи со порфиرويدна структура и масивна текстура. Изградени се од плагиокласи, калиски фелдспати, кварц и биотит како главни минерали, а споредно содржат титанит, гранат, апатит и циркон. Како продукт на секундарните промени настанале хлорит, епидот, цоисит, серицит, каолинска и лимонитска материја.

Плагиокласите се интензивно алтерисани и застапени се со олигоклас и андезин. Продукти на алтерацијата се епидот, цоисит, серицит и албит.

Калиските фелдспати се присутни со триклинизиран ортоклас и микроклин ($-2V = 70 - 74^\circ$), често слабо пертитизирани. Освен во ситни зрна, тие се и главните претставници на порфиرويدните кристали, во најголем дел идиоморфно развиени.

4.9.2. Масивни средно до крупнозрнести гранодиорити ($\delta\gamma$)

Масивниот гранодиорит со своето распространување високо доминира над порфиرويدниот тип. Се јавува во телца од неколку метри, па до маси големи по неколку квадратни километри. Мошне крупни маси се наоѓаат кај селото Мало Рувци, близу селата Кокре и Крушевица и северно од Кокре.

За време на интрузијата, магмата, главно, го користела правецот на фолијацијата и постарите антиклинални и вертикални структури, вршела интензивна мигматизација на околните метаморфити и опфаќала анклави од нив. Анклавите се јавуваат како траки или имаат заоблена форма, а ориентирани се најчесто во правец на издолжувањето на масите и телата.

Со микроскопските испитувања е констатирано дека масивните гранодиорити во своето распространување не се сосема хомогени и дека постојат значителни варирања во поглед на застапеноста на одделни минерали. Во одделни партии калиските фелдспати се побогато застапени и карпите претставуваат кварцмонцонити или гранити или, пак, се присутни со под 5% и тогаш преминуваат во кварцдиорит. Таквите варирања се демонстрираат и во хемискиот состав, што е најверојатно одраз на магматската диференцијација и асимилација на материја од околните карпи.

Масивните гранодиорити се сиви до темносиви, среднозрнести до крупнозрнести. Имаат хипидиоморфно–зрнеста структура и масивна текстура. Како важни минерали содржат плагиокласи, калиски фелдспати, кварц и биотит, а како споредни апатит, титанит, амфибол, циркон, гранат, ортит и магнетит. Секундарно се јавуваат епидот, цоисит, серицит, албит, хлорит, каолинска и лимонитска материја.

Плагиокласите се развиени во крупни интензивно сосиритисани кристали. Кај посвежите зрна е констатирано дека плагиокласите се застапени со албит (+ 2V = 78 – 87° со 5 – 10% an), олигоклас (-2V = 83 – 88° со 10 – 30% an) и андезин (30 – 48% an).

Калиските фелдспати се претставени со ортоклас и микроклин, често слабо пертитизирани.

Кварцот се јавува во неправилни различно големи зрна, а биотит во слабо хлоритизирани лиски со инклузии на циркон, титанит, епидот и гранат.

Количеството на одделни минерали се движи во следните граници: плагиокласи 25 – 60%, калиски фелдспати 5 – 27%, кварц 18 – 44%, биотит 6 – 20% и акцесорни – под 0.2%.

Присуството на кварц – диоритските партии во гранодиоритските маси е констатирано со микроскопски анализи. Нивното појавување е мошне неправилно, поради што не може одделно да се издвојат. Се среќаваат главно во централните, но и во рабните делови на гранодиоритските маси, а поретко и во мали одделни тела.

Макроскопски кварцдиоритот е сосема сличен со масивниот гранодиорит, а со модалните анализи е констатирано дека содржи плагиокласи 44 – 60%, кварц 15 – 34%, калиски фелдспати 0 – 5% и биотит – 27%.

4.10. АПЛИТИ, ПЕГМАТИТИ И КВАРЦНИ ЖИЦИ

Инtruзијата на гранитоидната магма во Пелагонот во завршната фаза била следена со диференцијација која дала кисела магма, богата со лесно испарливи состојки која, пак, користејќи ги фолијацијата, пукнатините, меѓуграничните површини и темињата на антиклиналите во околните карпи, оцврснала, формирајќи најразлични форми на магматски тела. Лесно испарливите супстанции условиле значителна мобилност на магмата и овозможиле продор на мошне големи оддалечености од матичното жариште.

Зависно од составот на магмата и условите кои ја условувале нејзината консолидација, настанале аплити, пегматити и кварцни жили.

Аплити најретко се среќаваат и се јавуваат во тенки конкордантни и дискордантни жили кои ги пробиваат гнајсевите и гранитоидите. Овие карпи се ситнозрнести, сивкасто обоени и изградени се од плагиокласи (албит и олигоклас), микроклин и кварц, а ретко содржат и биотит.

Пегматити мошне често се јавуваат во форма на силиви, дајкови, факолити и мошне неправилни тела, пробивајќи ги гнајсевите и гранитоидите. Димензиите на овие тела се мали и, во најголем дел, изнесуваат од десетина сантиметри до еден метар дебелина и должина до десетина метри. Поголеми пегматитски тела се јавуваат во гнајсевите од кои најголеми се на локалноста Рамна Нива и Маслиново Гумно, северно од селото Витолиште кадешто се јавуваат повеќе жили со димензии со максимална должина до 500 метри и дебелина до 25 метри.

Повеќе поголеми пегматитски појави се наоѓаат и во околината на селото Витолиште, кај селата Дуње, Кокре, Манастир, Чаниште (слика 2) и други места на Селечка планина.

Составот на пегматитите е различен. Така, на Селечка планина и кај селата Чаниште и Кокре се јавуваат пегматити во кои фелдспатите се застапени главно со розеникав и беличест микроклин, како и зелен амазонит, додека албитот е присутен во споредни количества. За разлика од тоа, пегматитите од Витолишко се повеќе натријски (албит), а микроклинот е спореден. Освен фелдспатите кои понекогаш се развиени и во кристали до 1 метар, во пегматитите се застапени кварц и мусковит, а поретко биотит, епидот, гранат, циркон и дистен.

4.11. ПЛОЧЕСТИ И БАНКОВИТИ ВАРОВНИЦИ ($4K^3_2$)

Овие карпи се развиени во Дреновско – Витолишкиот грабен и го чинат најгорното ниво на сенонските седименти. На изглед се сиви и бели, ретко розеникави, најчесто плочести, а послабо банковити. Локално се песокливи до конгломеративни и делумно мермеризирани.



Слика 2. Манифестација на пегматитска кварцна жица во близина на с. Чаниште

Figure 2. Manifestation of pegmatitic quartz wire near by s.Caniste

4.12. ПЕСОЧНИЦИ, ГЛИНЦИ И КОНГЛОМЕРАТИ ($^{2}K^3_2$)

Овие карпи главно се распространети во североисточните делови од истражуваното подрачје и контактираат со калцитските мермери. Песочниците зависно од големината на зрната се ситнозрнести, среднозрнести и крупнозрнести, а по составот се застапени кварцни и аркозни вариетети, цементот е глиновито – карбонатен. Глинците се јавуваат како поредок член и во повеќе случаи, прават премин во глинести шкрилци. Конгломератите се јавуваат во подебели банци, најчесто со песочниците.

4.13. НЕОГЕНИ И КВАРТЕРНИ СЕДИМЕНТИ И МАГМАТИТИ

4.13.1. Чакали, песоци и суглини (PI_3)

Во горниот дел на плиоценскиот профил се развиени слабо стратификувани и слабо сортирани седименти за кои се претпоставува дека се горноплиоценски. Седиментите се претставени со жолтеникави чакали, чакалести песоци, песоци и

суглини и претставуваат продолжение во седиментацијата на долната плиоценска фација. Се сретнуваат во североисточните делови на истражуваното подрачје.

4.13.2. Вулканогено – седиментни творевини (PI,Q)

Вулканогено- седиментните творевини во помали маси се застапени кон Бешиште (слика 1). При интензивната вулканска активност на кожухскиот вулканизам во овој дел од теренот исфрлени се големи количини на вулкански материјал (вулкански песок, прашина, пепел, како и вулкански лапили, бомби и блокови од вулкански карпи - кварцлатити, андезити, туфови). Од овој вулкански материјал во плиоцен - квартерниот езерски басен формирани се претежно слоевити тела на вулкански агломерати, бречи, пирокластити, туфови, туфити и др во кои се интродуирани услоени тела со различни дебелини од прашинести слабоврзани песоци, глини и песочници. Често во овие слоеви има присуство на фрагменти и блокови од вулкански карпи.

4.13.3. Карбонатно – бигорливите творевини (PI,Q)

Карбонатно – бигорливите творевини се констатирана во југоисточниот дел на истражуваното подрачје (слика 1). Овие творевини се претставени од слоевити и плочести бигори, бигорливи варовници, травертини и оникси. Овие творби претежно се раслоени со интерстратификувани песочници, прашинести песоци и бигорлива дробина. Бигорот, бигорливиот варовник и травертинот обично се кафеави и сивкасто - жолтеникави масивни и доста цврсти, а во одредени интервали и шупликави и кавернозни. Травертинот се одликува со ситнозрнест состав, цврста, масивна и слабо шупликава текстура. Ретко се јавуваат шуплини, мали со должина до 2 мм.

Мошне голема плоча од бигрови со површина од околу 20 km² се наоѓа меѓу селата Бешиште, Полчиште и Манастирец. Оваа плоча дебела максимално до 20 метра лежи над пирокластитите и најверојатно ја претставува завршната фаза на седиментацијата во плиоценско - квартерното езеро. Во долните делови на плочите се јавуваат прослојки од туфови и дијатомејска земја.

4.13.4. Пролувиум (pr)

Пролувијален материјал е констатиран на повеќе места, но со поголема дебелина и широко распространување се јавува долж западниот раб на Пелагонската котлина. Дебелината на овие наслаги достигнува до 50 метри, а составени се од несортиран глиновито - песоклив жолто-црвеникав материјал, со парчиња и облупоци, поретко и блокови од карпите кои ги изградуваат околните терени. На истражуваниот протор главо се застапени во сверозападните и западните делови.

4.13.5. Делувиум (d)

Делувијални наслаги се развиени на повеќе места, но поголемо распространување имаат на Селечка планина, во долината на Крушевичка река и Кокренска река. Наслагите претставуваат грусен материјал од гранодиоритите и метаморфните карпи. Овие карпи се присутни и во крајните северни и југозападни делови од истражуваното подрачје.

4.14. ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Подрачјето опфатено со истражувањето му припаѓа на Пелагонскиот масив како составен дел на Внатрешните Динариди.

Пелагонскиот масив со својот литолошки состав и тектонската градба се карактеризира како антиформна единица во која карпите се интензивно набрани и формираат голем број крупни антиклинални и синклинални структури, најчесто ориентирани во правец З - И и С - Ј.

Внатрешната структура на Пелагонот и набирањето кое било проследено со гранитизација и метаморфизам настанале првенствено во прекамбриум, а неговото издвојување од Српско - македонската маса е извршено со образувањето на Вардарската зона во текот на формирањето на Херцинската геосинклинала.

Во тектонскиот развој на Пелагонската кристалеста маса се издвојуваат две основни етапи со кои оваа структура се здобила со главните тектонски карактеристики. Тоа е прекамбриската и посткамбриската етапа.

Прекамбриската тектонска етапа е поврзана за севкупните метаморфно - магматски и тектонски збиднувања во прекамбриумот, кога истовремено со образувањето на метаморфните карпи се формирани и пликативните структури со кои Пелагонот ја добил формата на антиклинориум.

Во оваа етапа се издвојуваат два значајни тектонски периода.

Во првиот период, од примарните седиментни и базични карпи на прекамбриската геосинклинала, во услови на амфиболитска фација се образувани гнајсеви, микашисти, амфиболитски карпи, циполини и мермери кои истовремено биле набрани во голем број на брахиантиклинални и брахисинклинални структури.

Вториот тектонски период во прекамбриската етапа е времето на внедрувањето на гранитоидните маси. По скоро наполното стабилизирање на орогените движења настанал период на фронтално внедрување на гранитоидни магми, кои во текот на нивното втиснување, вршеле слаба до интензивна деформација на веќе постојните брахиформни структури, а некои и скоро наполно ги уништиле.

Во посткамбриската етапа спаѓа издвојувањето на Пелагонот како хорст, најверојатно во камбриум и во понатамошниот развој тој како издвоена маса - блок бил издигнуван или спуштан, без да претрпи некои поголеми измени во неговата внатрешна градба. Со овие подоцнежни орогени движења (херцинската и алпската фаза) доаѓало само до кршење на горните делови на Пелагонот и делење на помали блокови со раседи од различна ориентација, а како последна манифестација на оваа радијална тектоника е формирањето на Мариовски и Пелагонски плиоценски басени.

Од постојните пликативни структури најзначајни се: Вепрчанската моноклинала, Подмолската и Штавичката брахиантиклинала, антиклиналите Маковска, Гнилешка и Скочивирска, домата Крапа, синклиналите Веслечка, Бобиште, Брничка, Џаула, Сливничка, Полошка и Кајмакчаланскиот синклиноориум.

Освен овие структури, се јавуваат и голем број на второстепени, како и слабо изразени или интензивно деформирани структури. Такви структури кои најчесто имаат ориентација З - И и СЗ - ЈИ се јавуваат на подрачјето северно од Прилепец, меѓу Брничката и Полошката синклинала, кај селото Градешница, Скината Бука, Влашки Колиби - Ниџе и други места.

Формирањето на крупните структури е следено и со интензивно секундарно набирање. Како одраз на издигањето, спуштањето или страничното поместување на крупните структури во текот на нивното формирање се образувани повеќе генерации со различна ориентација на набори и линеации.

Радијалната тектоника е исто така интензивна, меѓутоа, поради силното површинско распаѓање на карпите и релативната литолошка монотонија, таа е најчесто маскирана. Најчести правци на раседите се СЗ - ЈИ, С - Ј и СИ - ЈЗ. Од констатираните раседи најмаркантни се руптурата која го сече теренот југоисточно од Суводол, преку селото Грумази и западно од Скочивир, како и раседот меѓу селата Орле и Суводол.

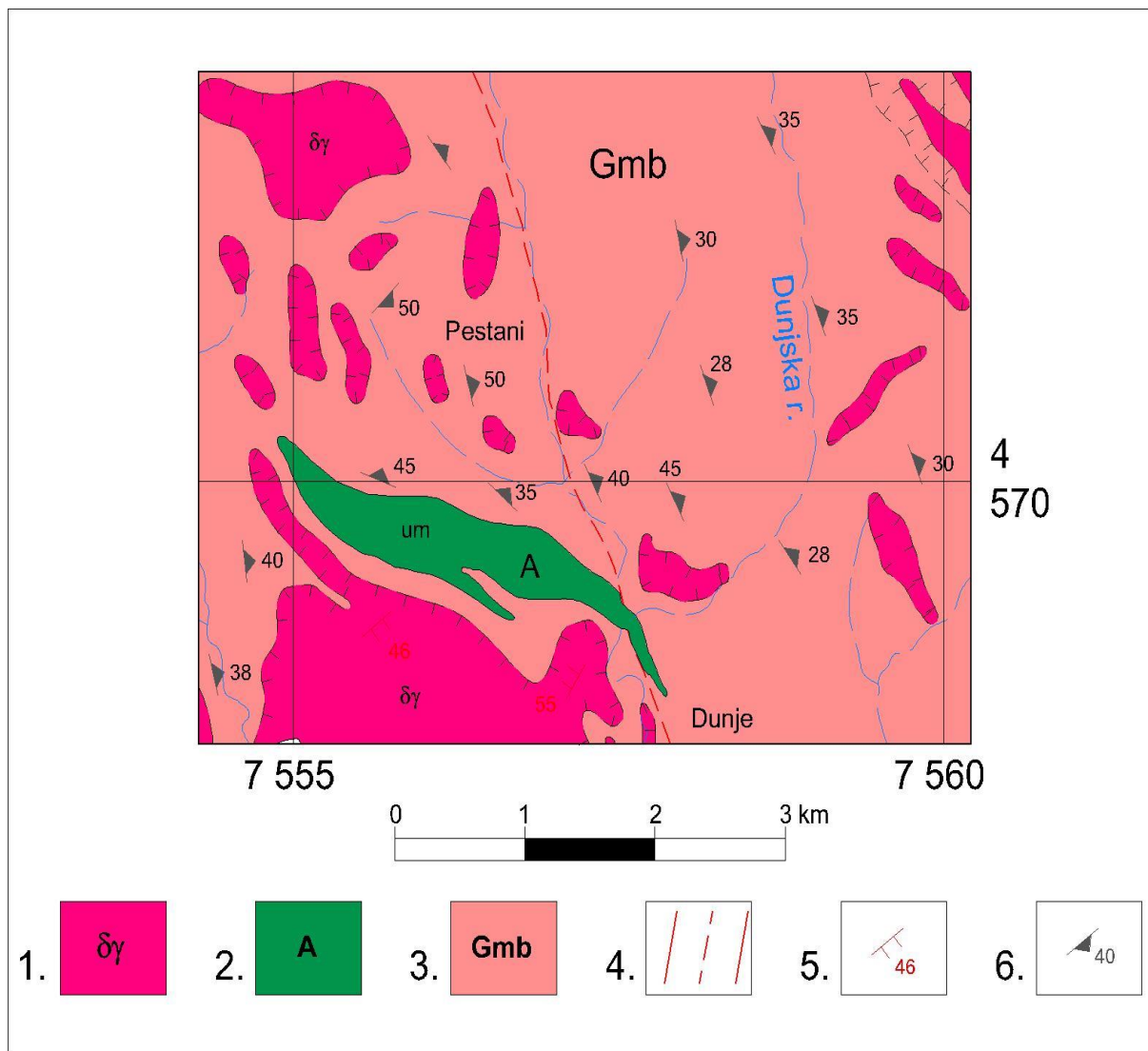
5. 0. ЛОКАЛНИ ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

5.1. НАОЃАЛИШТЕ ПЕШТАНИ

Во геолошката градба на областа која е вклучена во нашите набљудувања и истражувања постојат три видови на карпи: мусковсткi гнајсеви, гранодиорити, амфиболити и делувијални седименти (слика 3).

Мусковитските гнајсеви имаат широко распространување и, главно, го изградуваат средишниот и североисточниот дел од истражуваното подрачје. Изгдарени се, главно, од кварц, фелдспат и лискуни како главни минерали и епидот, ортит, ретко гранат, рудни минерали, апатит и циркон како споредни минерали.

Гранодиоритите, главно, го изградуваат јужниот, северниот и западниот дел од истражуваното подрачје. Карпата се одликува со белосивкаста боја, крупнозрнаст состав, а паралелно ориентирана и зашкрилена текстура. Макроскопски се гледаат крупни форми како нејасни односно дискордантни траки- леќести форми од салични минерали кои се сменуваат со тенки дискордантни млазеви од лискун. Структурата на карпата е гранолепидобластична до слабо порфиروبластична од појавата на покрупни кристали од фелдспат како порфиробласти. Во основа карпата е изградена од кварц, фелдспат (ортоклас и плагиоклас), лискун и епидот како главни минерали.



Слика 3. Геолошка карта на наоѓалиштето Пештани

1. гранодиорити, 2. амфиболити, 3. мусковитски гнајсеви, 4. Расед (утврден, претпоставен) 5. елементи на пукнатини 6. елементи на фолијација.

Figure 3. Geological map of the deposit "Pestani"

1. granodiorite, 2. amphibolite, 3. muscovite gneisses, 4. Fault (determined, assumed) .
5. elements of fissures, 6. elements of foliation

Амфиболитите се јавуваат во јужниот дел од истражуваното подрачје и, главно, се светлозелени до темнозелени, ситнозрнести до крупнозрнести карпи, најчесто зашкрилени, а поретко масивни. Како главни минерали во нив се јавуваат амфибол, олигоклас, андезин, поретко албит - олигоклас и епидот, додека гранат, цоисит, биотит, диопсид, титанит, кварц и рутил со своето количество мошне варираат. Често се застапени во споредни количества, но локално тие се јавуваат и како битни минерали.

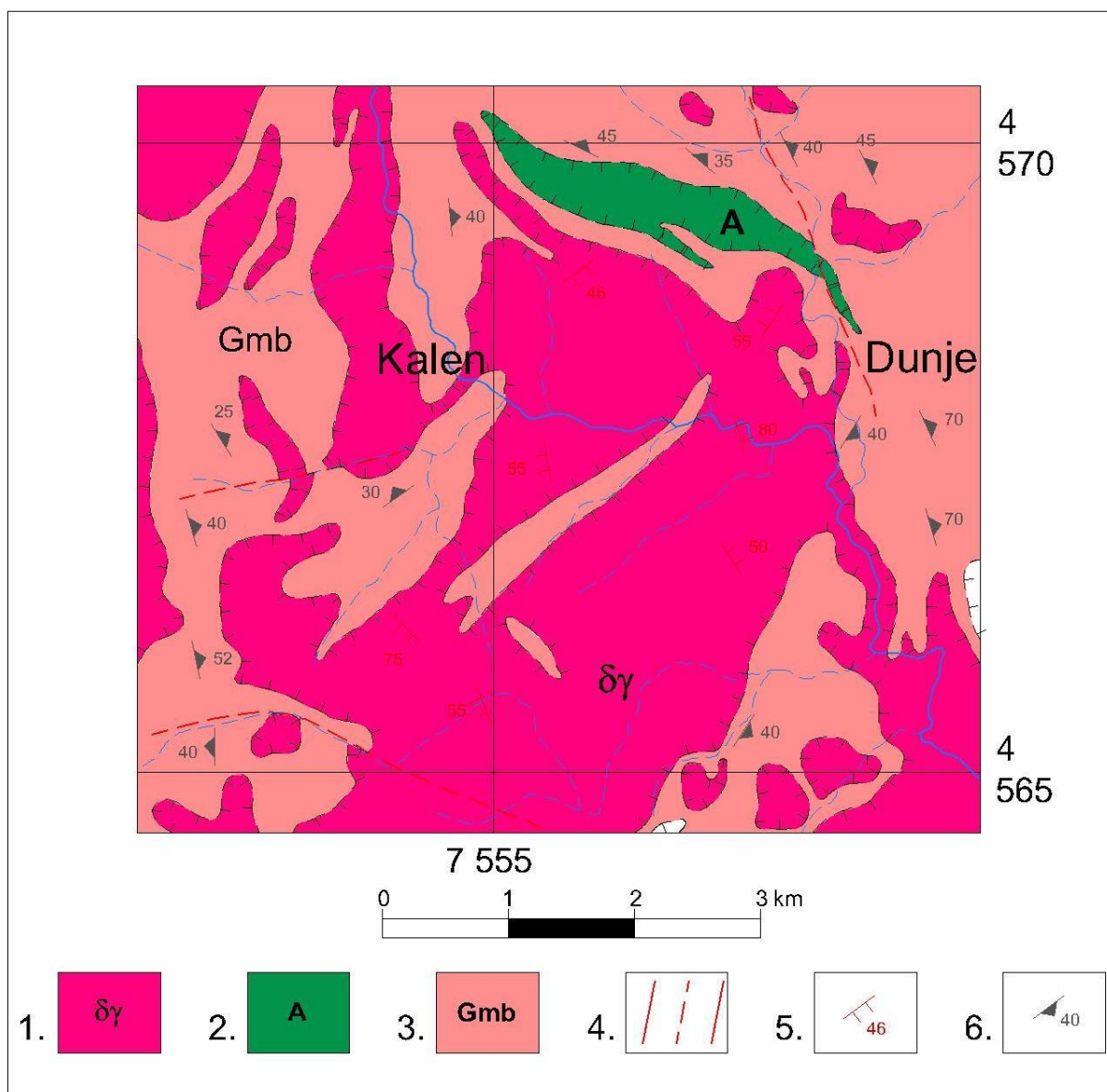
5.2. НАОЃАЛИШТЕ КАЛЕН

Во геолошката градба на областа која е вклучена во нашите набљудувања и истражувања постојат три видови на карпи: мусковитски гнајсеви, амфиболити и гранодиорити (слика 4).

Мусковитските гнајсеви имаат широко распространување и главно го изградуваат западниот и североисточниот дел од истражуваното подрачје. Изгдарени се, главно, од кварц, фелдспат и лискуни како главни минерали и епидот, ортит, ретко гранат, рудни минерали, апатит и циркон како споредни минерали.

Амфиболитите се јавуваат во северниот дел од истражуваното подрачје и главно се светлозелени до темнозелени, ситнозрнести до крупнозрнести карпи, најчесто зашкрилени, а поретко масивни. Како главни минерали во нив се јавуваат амфибол, олигоклас, андезин, поретко албит - олигоклас и епидот, додека гранат, цоисит, биотит, диопсид, титанит, кварц и рутил со своето количество мошне варираат. Често се застапени во споредни количества, но локално тие се јавуваат и како битни минерали.

Гранодиоритите главно го изградуваат централниот дел од истражуваното подрачје. Карпата се одликува со белосивкаста боја, крупнозрнаст состав, а паралелно ориентирана и зашкрилена текастура. Макроскопски се гледаат крупни форми како нејасни односно дискордантни траки- лаќести форми од салични минерали, кои се сменуваат со тенки дискордантни млазеви од лискун.



Слика 4. Геолошка карта на наоѓалиштето Кален

1. гранодиорити, 2. амфиболити, 3. мусковитски гнајсеви, 4. расед (утврден, претпоставен), 5. елементи на фолијација 6. елементи на пукнатини

Figure 4. Geological map of the deposit “Kalen”

1. granodiorite, 2. amphibolite, 3. muscovite gneisses, 4. Fault (determined, assume)
5. elements of fissures, 6. elements of foliation.

5.3. НАОЃАЛИШТЕ ЛОЗЈАНСКА РЕКА (КРУШЕВИЦА)

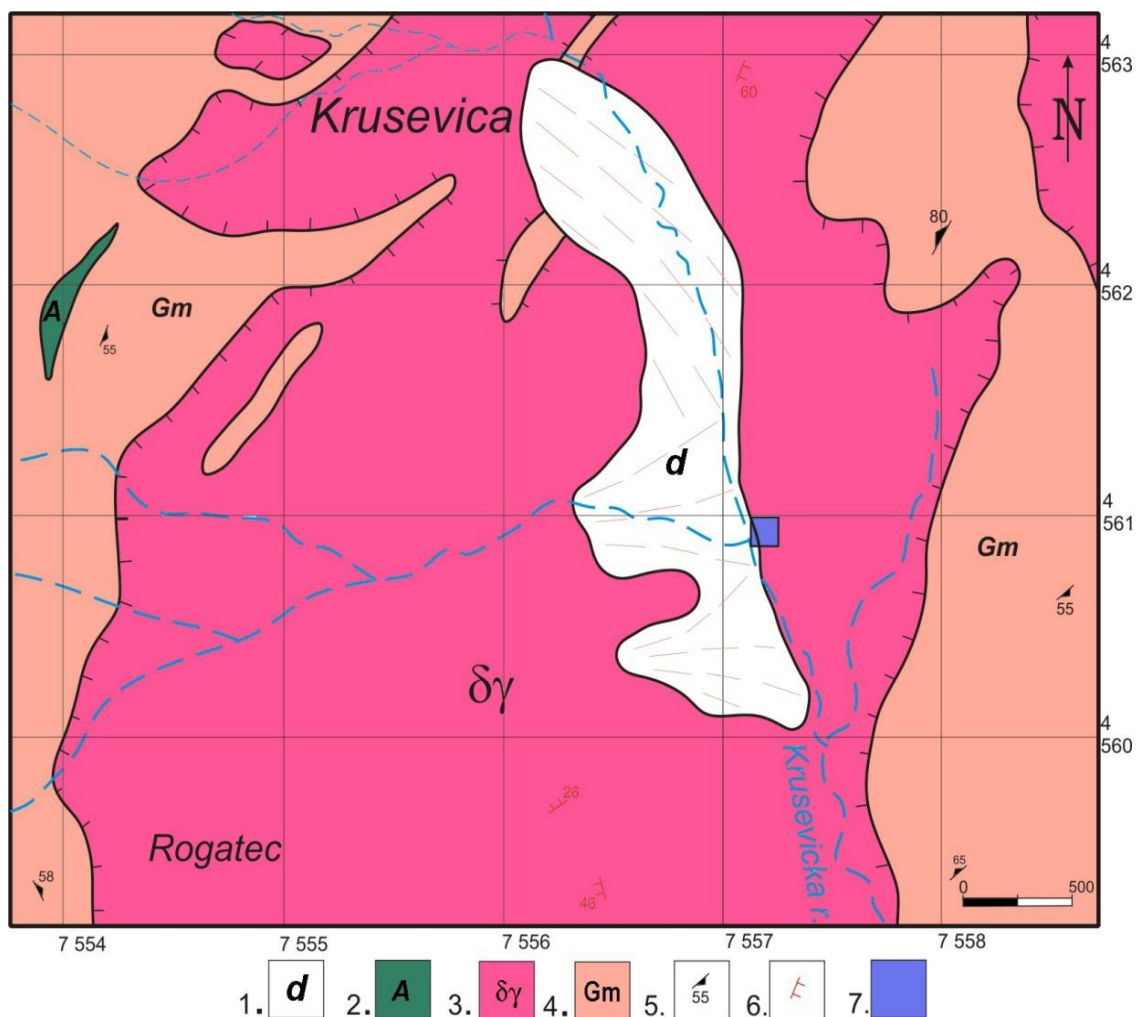
Во геолошката градба на областа која е вклучена во нашите набљудувања и истражувања постојат три видови на карпи: мусковски гнајсеви, гранодиорити, амфиболити и делувијални седименти (слика 5).

Мусковитските гнајсеви (Gm) се распространети во северниот и северо-источниот дел на истражуваното подрачје. Тие се карактеризираат со сива до сиво–бела боја, ситнозрнести до среднозрнести карпи со тракаста текстура и лепидогранобластична структура. Како главните минерали се јавуваат: кварц, фелдспат и лискуни. Учеството на салските и фемските минерали е приближно еднакво, но понекогаш салските минерали се повеќе застапени. Кварцот се јавува во вид ксеноморфни кристали, како и фелдсапатот. Од фелдспате се јавува К - фелдспат (ортоклас и плагиоклас). Плагиокласите се претставени со албит до интермедиерен плагиоклас. Ретко се сретнува некој поголем ксеноморфен кристал на ортоклас како порфиробласти. Од лискуните најчесто се јавува мусковит, поретко биотит. Од споредни минерали се јавуваат епидот, ортит, ретко гранат и рудни минерали. Апатитот и цирконот се јавуваат како акцесорни минерали.

Амфиболитите (A) се карактеризираат со сиво-зеленикаво до темносиво-зеленкаста боја. Овие карпи се ситнозрнести до крупнозрнести, малку зашкрилени, а поретко масивни. Како главни минерали во нив се јавуваат амфибол, олигоклас, андензин, поретко албит- олигоклас и епидот, додека гранат, цоисит, биотит, диопсид, титанит и кварц со своето количество знатно варираат. Често се застапени во споредни количини, но локално се јавуваат и како битни минерали.

Амфиболите се застапени со светлозелени до темнозелени кристали на хорнбленда. Na - фелдспат се јавува во вид на големи неправилни кристали со инклузии и кристали од епидот, цоисит и амфибол. К-фелдспат е помалку застапен и, во најголем дел, во вид на ксеноморфни кристали. Кварцот е ксеноморфен со стандардна големина на зрната и тие најчесто го пополнуваат меѓупросторот на останатите минерали. Амфиболите се застапени на големи

површини и најчесто во присуство на биотит и епидот. Биотитот се јавува во вид на поголеми и помали лиски со различна ориентација. Секундарни минерали се ортит и цоисит, додека како акцесорни минерали присутни се апатит и циркон.



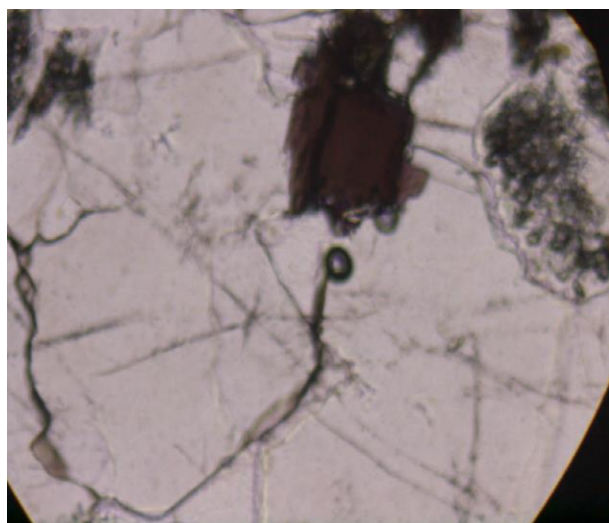
Слика 5. Геолошка карта на наоѓалиштето Лозјанска река (Крушевица)

2. Делувијални седименти, 2. амфиболити, 3.гранодиорити, 4. мусковитски гнајсеви, 5. елементи на фолијација 6. елементи на пукнатини 7. Наоѓалиште Лозјанска река

Figure 5. Geological map of the deposit “Lozjanska Reka”

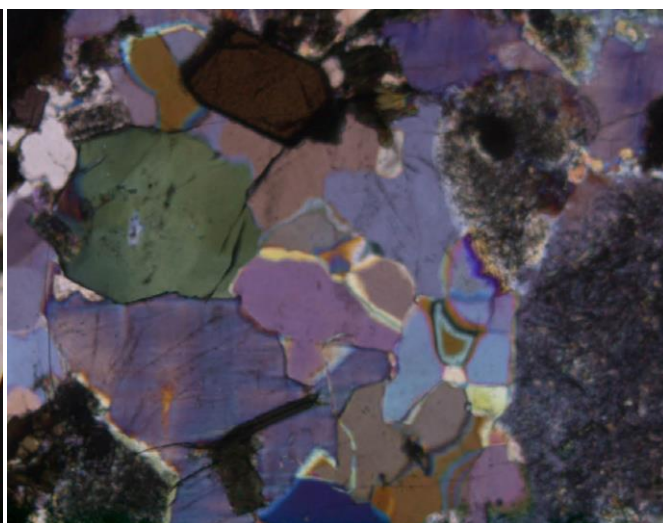
1. Delluvial sediments, 2. granodiorite, 3.amphibolite, 4. muscovite gneisses, 5. elements of foliation 6. elements of fissures, 7. deposit Lozjanska Reka.

Гранодиоритите ($\delta\gamma$) имаат најголема застапеност и, во најголем, дел го сочинуваат средниот дел на истражуваниот простор. Тие се среднозрнести до крупнозрнести, сиви до темносиви, со порфиرويدна структур и светлосива - розова и масивна текстура. Минералните зрна најчесто со големина од 5 мм, а помалку се застапени и со големина до 1cm. Како главни минерали се јавуваат: кварц, плагиоклас, ортоклас и биотит. Плагиокласите се силно метаморфозирани чии продукти се епидот и цоисит, но во одредени делови присутен е и зонален плагиоклас. Одделни кристали на плагиоклас имаат целосно поминување во епидот. Ортокласот е ксеноморфен, свежи, понекогаш слабо заглинет и редовно појкилитски вклучува помали кристали на плагиоклас и биотит. Биотитот е присутен во големи количини во вид на правоаголни лиски, а на поедини места се групира во мали натрупувања. Биотитот содржи идиоморфни микролити на цоисит, а по рабовите постојат кристали на епидот и апатит. Кварцот се наоѓа во меѓупросторот во вид на помали ксеноморфи. Карпата е доста цврста, со мали пукнатини, односно со мали механички деформации што може да се види со малку истакнато ундулозно затемнување на кварцот, како и малку присутни микро-пукнатини во ортокласот.



Слика 6. Микрофотографија на амфиболити од наоѓалиштето Лозјанска Река, N⁺, 10x.

Figure 6. Microphotography of the amphibolite of the deposit Lozjanska river. N⁺, 10x



Слика 7. Микрофотографија на гранодиорит од наоѓалиштето Лозјанска Река, N⁺, 50x.

Fig. 7. Microphotography of the granodiorite of the deposit Lozjanska river. N⁺, 50x.

Делувијалните седименти (d) поголемо распространување имаат по долината на Крушевичка река. Наслагите претставуваат грусиран материјал од гранодиоритите и метаморфните карпи.



Слика 8. Површински коп Лозјанска Река с. Крушевица

Figure 8. Surface mine Lozjanska river, village Krushevica

5.4. НАОЃАЛИШТЕ КОСОВСКА РЕКА (ЧАНИШТЕ)

Во текот на истражувањата е констатирана однородна геолошка градба претставена со три типа на карпи и тоа: мусковитски гнајсеви, гранодиорити и кварц - диорити (слика 11).

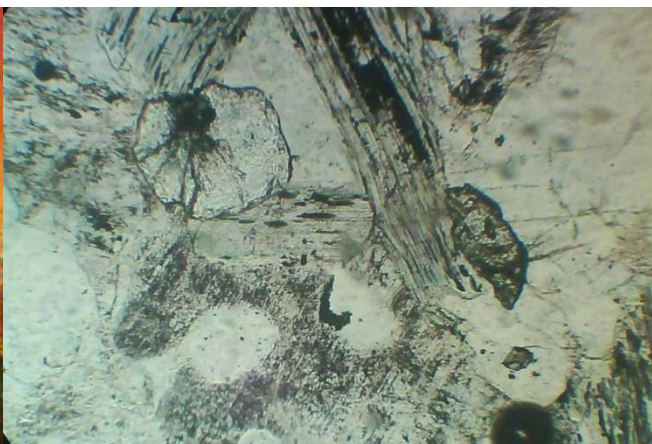
Мусковитските гнајсеви се распространети во северниот и североисточниот дел од истражуваниот простор. Се одликуваат со сива боја со седефаста сјајност од лиските на мусковит кои се јасно забележуваат. Се одликува со среднозрнест состав, а малку изразена паралелно шкрилеста текстура. Се забележува рамномерен распоред на минералите по целиот примерок. Структурата на гнајсевите е гранолепидобластична со слабо нагласена тракаста текстура. Главни минерали во карпата се : кварц, фелдспат и лискун. Квантитативното учество на

саличните и фемичните минерали е скоро подеднакво, односно саличните се нешто повеќе застапени. Кварцот се јавува во ксеноморфни кристали, а и фелдспатите исто така. Фелдспатот е К-фелдспат - ортоклас и плагиоклас. Ортокласот е слабо заглинет, а додека плагиокласот е појакно алтерисан и тоа значително заглинет. Плагиокласот е албит до интермедијарен плагиоклас. Ретко се јавуваат нешто покрупни ксеноморфни кристали на ортоклас, како порфиروبласти. Лискунот е претставен со мусковит и биотит и се јавуваат во нејасно изразени низови. Карактеристично е што биотитот е избелен - баритизиран, така што има сосема слаба кафенкаста интерференција. Споредни минерали се епидот, ортит, ретко гранат и руден минерал во неправилни форми. Епидотот е доста чест во издолжени кристали и редовно асоцира со лискунските низови. Апатит и циркон се акцесорни минерали.



Слика 9. Микрофотографија на тенко тракаст мусковитски гнајс од наоѓалиштето Косовска Река. N⁺, 10x.

Figure 9. Microphotography of thin strip muscovite gneisses of the deposit Kosovska river. N⁺, 10x

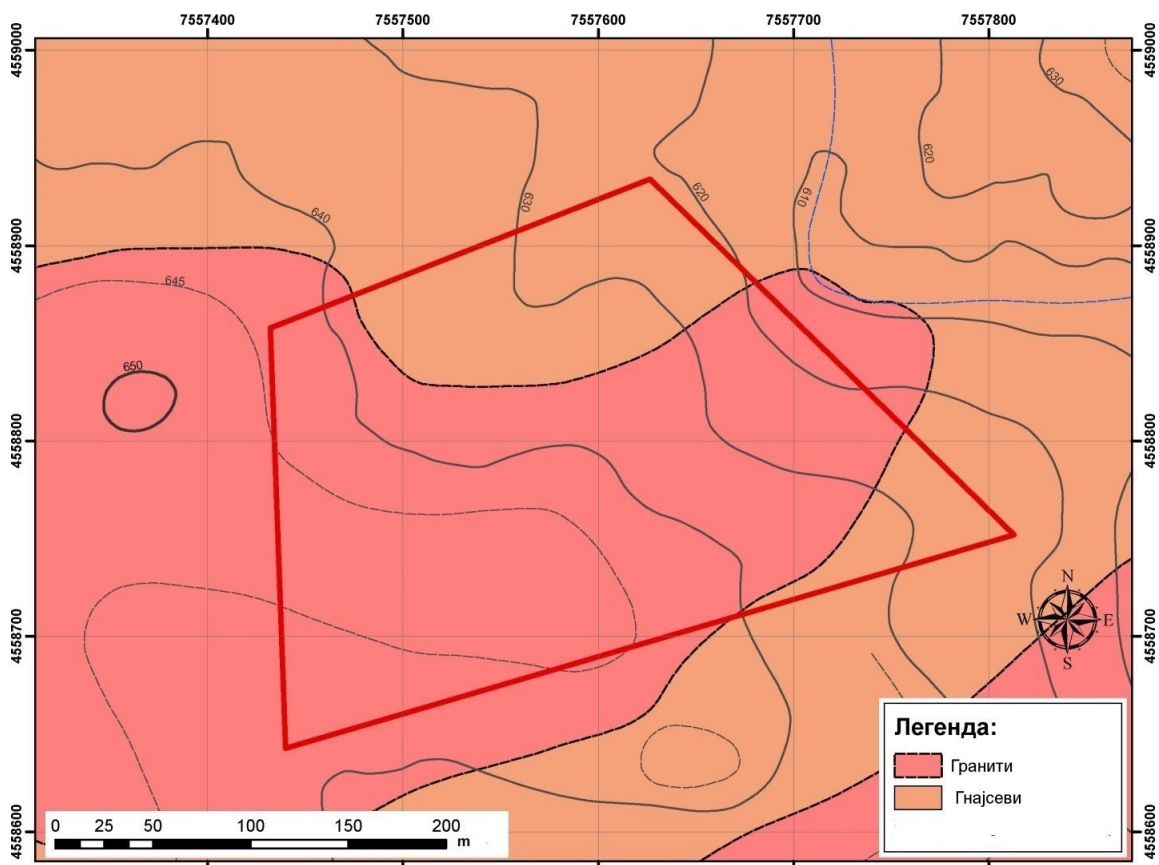


Слика 10. Микрофотографија на тенко тракаст мусковитски гнајс од наоѓалиштето Косовска Река. N⁺, 10x.

Figure 10. Microphotography of thin strip muscovite gneisses of the deposit Kosovska river. N⁺, 10x

Амфиболски кварцдиорит се одликува со сиво-зеленкаста до темносиво-зеленкаста боја. Минералите се појавуваат во зрна со средна големина со извесна слабо нагласена ориентирано тракаста текстура. Тоа е многу цврста карпа со масивно ориентирана текстура. Како главни минерали се јавуваат кварц,

амфибол, биотит, плагиоклас и поретко К-фелдспат. Квантитативно гледано обоените минерали (амфибол, биотит и епидот) се нешто повеќе застапени во однос на саличните. Карпата дополнително метасоматски е фелдспатизирана, На фелдспат се јавува во крупни неправилни кристали со инклузии и кристали од епидот - цоизит и амфибол (Слика 13).

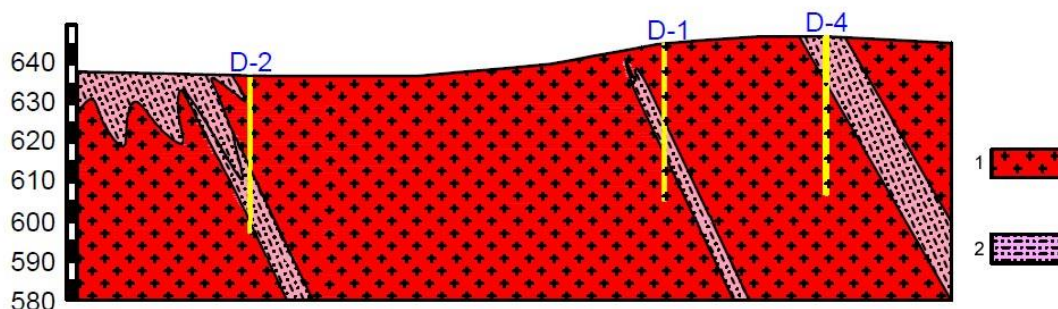


Слика 11. Геолошка карта на локалитетот Kosovska Reka
1. ганоидорити, 2. гнајсеви

Figure 11. Geological map of the deposit Kosovska Reka
1. granodiorite, 2. Gneisses

Кај некои зрна на албит јасно се гледаат полисинтетски ламели. К-фелдспат е малку присутен и најчесто е во облик на ксеноморфни кристали. Кварцот е ксеноморфен со воедначена големина на зрната и најчесто го исполнува меѓупросторот на останатите минерали. Амфиболот се јавува во крупни табличести кристали и ретко во вид на ситни листести кристали помешани со

биотит и крупни кристали на епидот. Амфиболот е претставен со слабо алкална хорнбленда. Биотитот, исто така, се јавува во покрупни и поситни лиски со различна ориентација. Споредни минерали се ортит и цоизит, додека од акцесорните минерали присутни се апатит и циркон.



Слика 12. Геолошки профил Косовска река

1. гранодиорит, 2. Гнајс

Figure 12. Geological search of the Kosovska Reka

1. granodiorite, 2. gneisses

Гранодиоритите се најмногу застапени и главно го изградуваат средишниот дел од истражуваното подрачје (слика 11). Се одликуваат со среднозрнест до крупнозрнаст состав и светлосиво-розеникава боја подеднакво застапена низ целиот примерок (слика 15). Минералните зрна се со големина до 5 мм., а ретки се нешто покрупни и до 1 см.

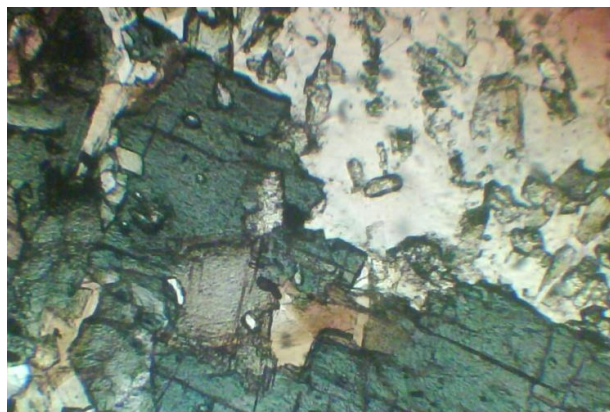
Под микроскопскоп се гледа дека има хипидиоморфно зрнаста структура (Слика 15). Главни минерали се: кварц, плагиоклас, ортоклас и биотит. Јасно се истакнува плагиокласот кој се јавува во хипидиоморфни и неправилни кристали, издолжени и пошироки правоаголни форми. Плагиокласот е јако метаморфозиран, негови продукти се епидот и цоизит, а се забележува исвесна зонарност на плагиокласот, од поинтензивна алтерисаност на плагиокласот во средишните делови. Плагиокласот количински преовладува над ортокласот како и кварцот. Поедини кристали на плагиоклас се целосно епидотисани со покрупни кристали на епидот. Ортокласот е ксеноморфен, свеж или сосема слабо алтерисан - заглинет,

а редовно појкилитски вклопува поситни кристали на алтерисан плагиоклас и биотит.



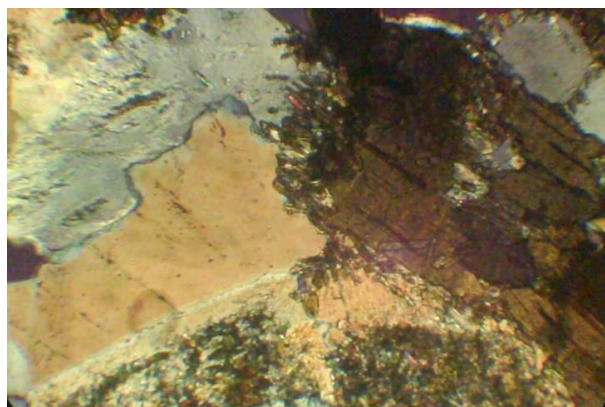
Слика 13. Микрофотографија на амфиболски кварцдиорит од наоѓалиштето Косовска Река. N⁺, 10x.

Figure 13. Microphotography of amphibolic quartz diorite of of the deposit Kosovska river. N⁺, 10x



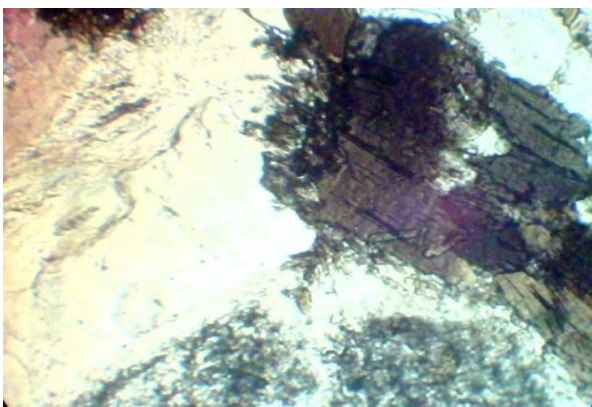
Слика 14. Микрофотографија на амфиболски кварцдиорит од наоѓалиштето Косовска Река. N⁻, 10x

Figure 14. Microphotography of amphibolic quartz diorite of of the deposit Kosovska river. N⁻, 10x



Слика 15. Микрофотографија на гранодиорит од наоѓалиштето Косовска Река. N⁺ 10x

Figure 15. Microphotography of the granodiorite of the deposit Kosovska river. N⁺, 10x.



Слика 16. Микрофотографија на гранодиорит од наоѓалиштето Косовска Река. N⁻ 10x

Figure. 16. Microphotography of the granodiorite of the deposit Kosovska river. N⁻, 10x

Ортокласот е слабо микроклинизиран кај поедини кристали. Биотитот се јавува во крупни табличасти лиски и поситни правоаголни лиски, расфрлани - единечни, а на места групирани во мали млазеви. Биотитот содржи идиоморфни иглички-микролити на цоизит, а по рабните делови се јавуваат кристали на епидот и апатит. Кварцот се јавува во меѓупросторот во поситни ксеноморфни зрна. Слабо

ундулозно потемнува, Што укажува дека карпата е слабо механички деформирана. Акцесорни минерали се: ортит и циркон. Карпата е доста цврста, слабо е испукана, односно слабо механички деформирана, што се гледа од слабо изразено ундулозно потемнување кај кварцот како и слабо изразени микроруптури кај ортокласот.

6.0. ПЕТРОГРАФИЈА И МИНЕРАЛЕН СОСТАВ НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ

Минералошко – петрографските карактеристики на земените примероци од карпите се одредувани со поларизационен микроскоп. Минералошкиот состав е одредуван и со методата на рендгенска дифракција на примероци во прав (XRD) и со помош на сканинг електронски микроскоп. Класификацијата на карпите е извршена врз основа на хемискиот состав одредуван масеноспектрометриски. Врз основа на теренските и лабораториските испитувања на земените примероци од гранитоидните карпи од наоѓалиштата Пештани, Кален, Лозјанска Река и Косовска Река утврдени се следните типови на карпи: гранитогнајс Пештани, гранодиорит Кален, гранодиорит Лозјанска Река и гранодиорит Косовска река.

6.1. МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРПИТЕ

Во текстот кој следува даден е макроскопски и микроскопски опис на сите утврдени вариетети на карпите од различните локалитети, нивните структурно – текстурни карактеристики и минералниот состав.

6.1.1. Гранитогнајс Пештани

Карпата се одликува со белосивкаста боја, крупнозрнаст состав, а паралелно ориентирана и зашкрилена текастура. Макроскопски се гледаат крупни форми како нејасни односно дискордантни траки- леќести форми од салични минерали кои се сменуваат со тенки дискордантни млазеви од лискун. Овие нејасни траки и млазеви се паралелни меѓу себе и нагласуваат тракаста текстура на карпата. Дебелината на тракастите салични форми е до 1 см.

Структурата на карпата е гранолепидобластична до слабо порфиروبластична од појавата на покрупни кристали од фелдспат како порфиробласти. Овие порфиробласти или порфиرويدни кристали вклопуваат микрокристали на кварц и фелдспат како и ситни лиски на мусковит. Овие порфиробласти се неправилни и се претставени од орто-албит (односно фелдспати со измешана албитска и ортокласна компонента по тенки паралелни ламели) и плагиоклас.

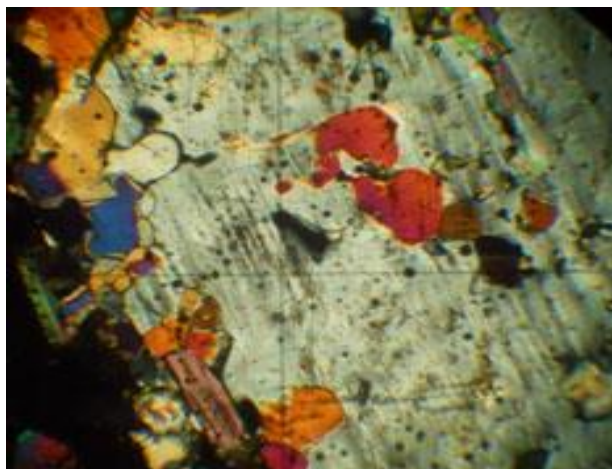
Во основа карпата е изградена од кварц, фелдспат (ортоклас и плагиоклас), лискун и епидот како главни минерали.

Кварцот се јавува во алотриоморфни кристали, кои градат леќести или нејасни тракасти форми кои се издолжени во правецот на ориентираноста на карпата.

Ортокласот, исто така, се јавува во алотриоморфни кристали и заедно со плагиокласот прават неправилни леќести форми. Плагиокласот е слабо алтерисан, заматен е и е од типот на албит-олигооклас.

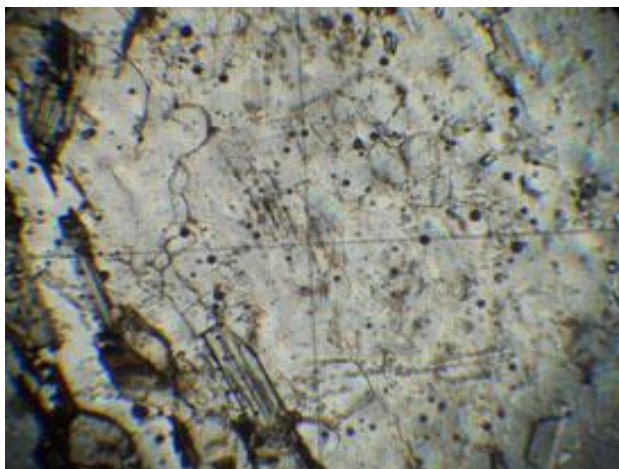
Лискумот е биотит, кој е избелен односно прејден во мусковит со издвоена Fe-компонента околу лиските во неправилни издолжени форми. Се јавува во табличасти кристали, неправилни и околу саличните минерали прави дискордантни млазеви форми. Доста често се гледаат посвежи лиски на мусковит, кои се коси или попречни на ориентираноста на карпата. Овие лиски, најверојатно претставуваат новосоздаден мусковит под дејство на регионален метаморфизам, на кој била изложена карпата.

Епидотот е многу чест во поситни и покрупни идиоморфни кристали редовно асоциран со лискунските млазеви. Карпата претрпела метаморфни промени, динамометаморфизам, заради што се задобила со извесна не сосема јасна тракаста текстура.



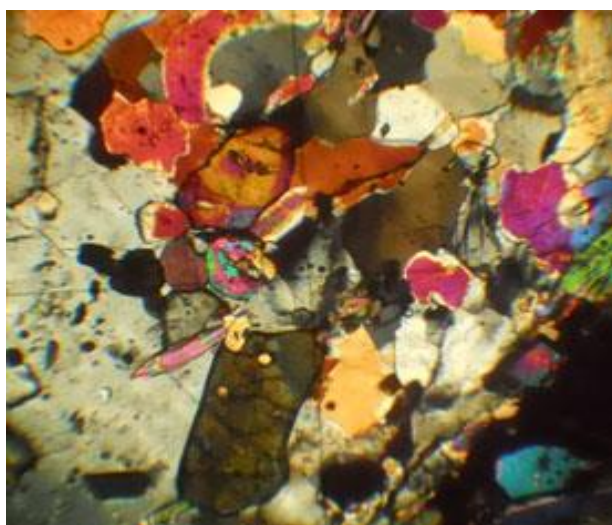
Слика 17. Крупнозрнест плагиоклас со полисинтетски ламели со вклопувања од кварц, а на крајот тенок низ од лискун , N⁺ 3x

Figure 17. Coarse grained plagioclase with polysintetic plate fits with quartz, and at the end through the thin mica, N⁺ 3x



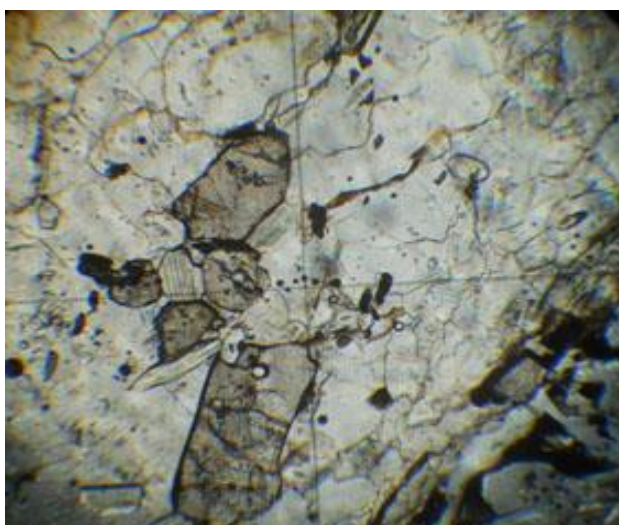
Слика 18. Крупнозрнест плагиоклас со полисинтетски ламели со вклопувања од кварц, а на крајот тенок низ од лискун , N⁺ 3x

Figure 18. Coarse grained plagioclase with polysintetic plate fits with quartz, and at the end through the thin mica, N⁺ 3x



Слика 19. Кристал на епидот со лиски на мусковит N⁺, 3x

Figure 19. Crystal of epidote with shale of muscovite N⁺, 3



Слика 20. Кристал на епидот со лиски на мусковит N⁺, 3x

Figure 20. Crystal of epidote with shale of muscovite N⁺, 3

6.1.2. Крупнозрнаст гранодиорит Кален

Карпата се одликува со сива боја прошарана со потемно сиви млазеви од обоен минерал. Има крупнозрнаст состав, со големина на зрната до 5-6 мм, а масивна и цврста текстура.

Има хипидиоморфно зрнаста структура. Главен минерален состав се: плагиоклас, ортоклас, кварц и биотит, со тоа што плагиокласот јасно преовладува во карпата.

Плагиокласот се појавува во хипидиоморфни кристали, значително е алтерисан, така што сосем ретко се гледаат полисинтетски ламели кај поединечни плагиокласи. Големината на кристалите се движи од 0,3-6 мм., а најчести се кристали со должина околу 2 мм. Често се забележува тенок раб на свеж албит по рабните делови на кристалите и тоа главно на контактните делови со ортокласот. Алтерациони продукти се : цоисит, епидот и серицит. Кристалите на цоисит се долги до 0,3 мм(300 микрони), а осатнатите продукти се поситни. Алтерациите имаат хаотичен распоред на кристалите. Плагиокласот има интермедијарен карактер, тип на олигоклас - андезин. Често покрупните плагиокласи се јавуваат во двојно близнети кристали.

Ортокласот се јавува ретки и тоа во ксеноморфни кристали со големина до 5 мм.Често вклопува поситни хипидиоморфни и алотриоморфни зрна на плагиоклас. Ретки се кристали ортоклас кај кои се забележува претворба во микроклин, односно слабо се микроклинизирани.

Кварцот е ксеноморфен и го потполнува меѓупросторот на кристалите. Тој е испукан односно малку е катаклазиран.

Биотитот се јавува во табличести и издолжени лиски, поситни и подолги со должина на лиските до 2мм.Има јасен плеохроизам во кафеава слабо зеленкавата нијанса. Се јавува во тенки млазеви потиснат во меѓупросторот на саличните минерали. Биотитот е сосема слабо хлоритизиран. Со биотитските млазеви доста често асоцираат ситнозрнаст епидот-ортит и ретки кристали на гранат, кои претсатвуваат споредни минерали.

Приближно е добиен модален состав на карпата на основа микроскопскиот преглед и тоа: плагиоклас 40 % ; ортоклас 15 %; кварц 25 % ; биотит 13 % ; спордни минерали 7% .

6.1.3. Порфиroidен гранодиорит Кален

Примерокот презентира карпа која има сива боја, прошарана со бели фелдспати и темносиво зеленкасти фемични минерали. Структурата е крупнозрнаста со големина на фелдспатот до 5-6 мм, ретко видливи покрупни кристали до 1,3 см., најверојатно на К- фелдспат. Има цврста и масивна текстура.

Микроскопски се гледа дека има хипидиоморфно зрнаста структура. Се состои од плагиоклас, ортоклас, кварц и биотит како главни минерали, а споредни се епидот-ортит и ретко сфен.

Плагиокласот јасно преовладува во карпата. Се јавува во хипидиоморфни кристали со должина од 0,3 до 3-4 мм. Тој е значително алтерисан, а негови продукти се : епидот, цоисит и серицит, кои се јавуваат во зрнасти и игличести микрокристали кои хаотично и густо ги исполнуваат плагиокласите. Често, кај плагиокласните кристали вклопени од страна на ортоклас, се забележува тенок раб на свеж албит по рабовите на кристалите. Плагиокласот е од интермедијарен карактер, тип на олигоклас - андезин - лабрадор.

Ортокласот е поредок од плагиокласот и се јавува во покрупни ксеноморфни кристали и како последен продукт на кристализација вклопува во себе многу кристали на плагиоклас и ретки лиски биотит. Големината на овие ортокласни кристали е до 0,8 см. Ретки се поситни кристали на ортоклас исто така во ксеноморфни форми.

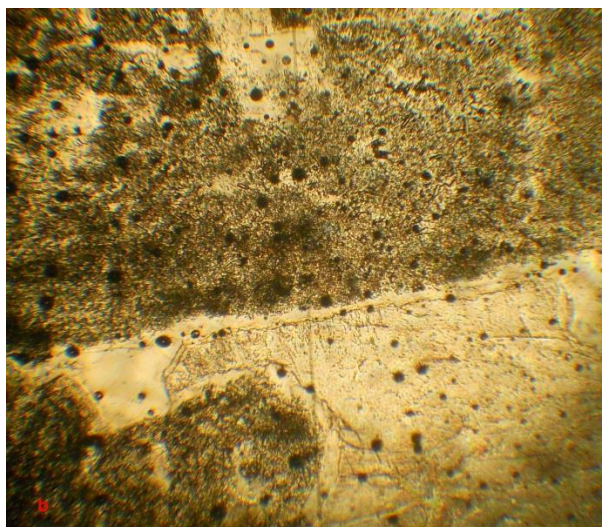
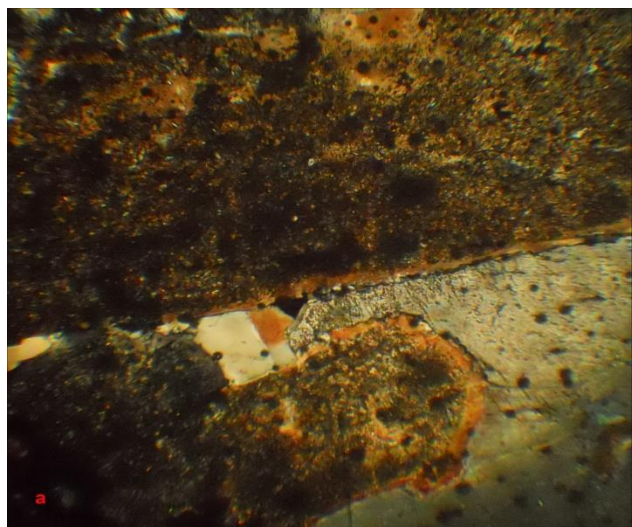
Кварцот е исто така помалку застапен и тоа во алотриоморфни кристали, малку катаклазиран со големина на кристалите до 1 мм. Го исполнува меѓупросторот на плагиокласите во единечни зрна како и мали леќи.

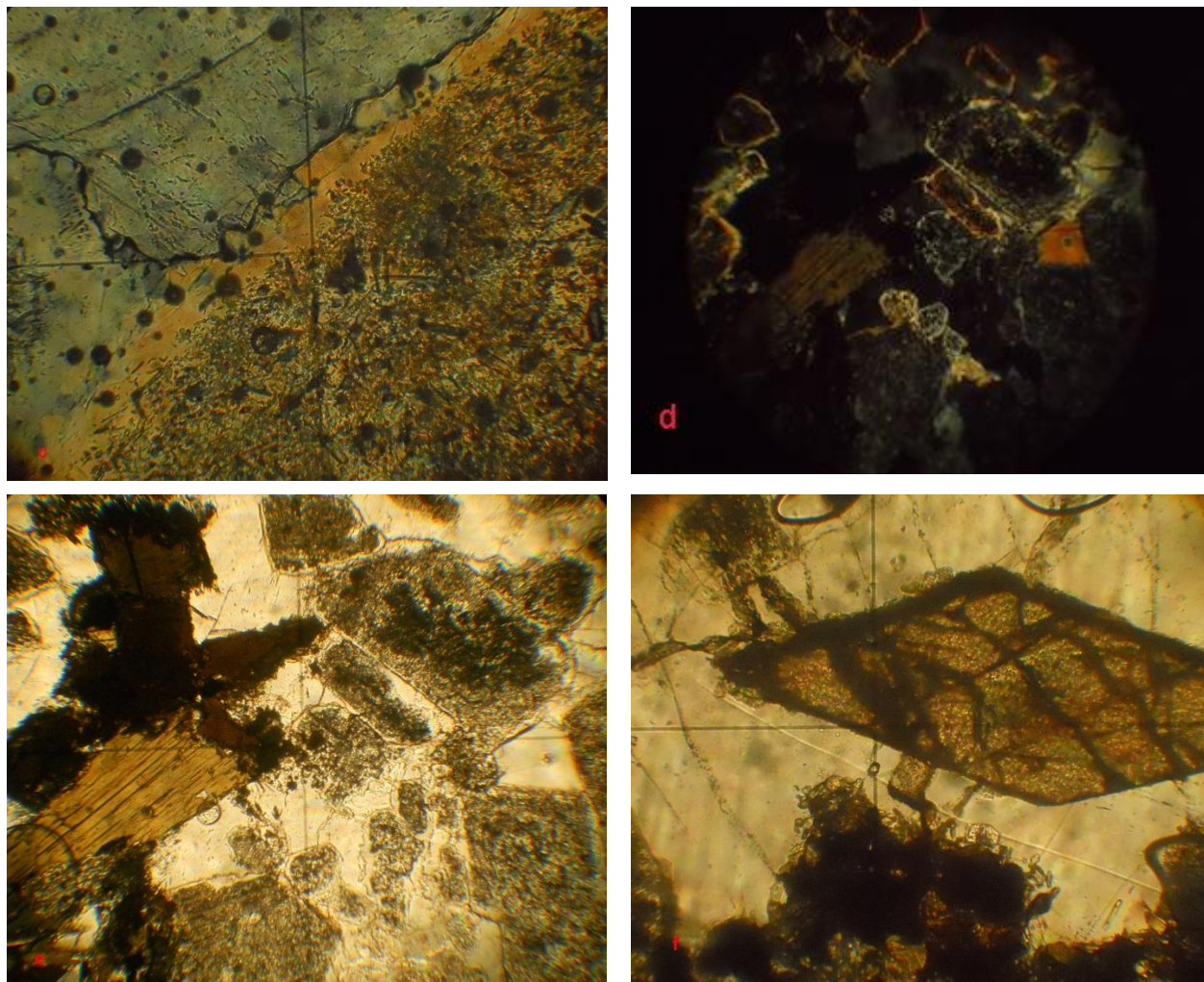
Биотитот , се јавува како биотит во крупни табличести и издолжени лиски со големина од 0,5 до 2мм.. Биотитот е свеж, со јасен плеохроизам во

светлокафеаво зеленкаста нијанса. Биотитот содржи ретки микрокристали на епидот и иглици на цоисит. Заедно со него или посебно се јавуваат и неправилни распарчени форми изградени од ситни кристали и финозрнаст епидот густо групирани, како и ситни лиски на биотит, свеж, како новосоздаден биотит. Обично лиските биотит доаѓаат околу овие распарчени форми, кои е можно да се некој обоен минерал, целосно метаморфозиран во секундарни продукти. Сосема слабо се насетува некоја издолжено правоаголна форма.

Биотитот и млазевите се потиснати во меѓупросторот на кристалите така што во нивна близина се јавуваат тенки жилици со слаба лимонитизација. Кај поединечни лиски биотит по рабните делови е издвоена железна компонента во тенки неправилни форми како и финозрнаста епидотизација.

Приближно е добиен модален состав на карпата од око на основа микроскопскиот преглед и тоа: плагиоклас 50 % ; ортоклас 13 %; кварц 17 % ; биотит и секундарни 20% .



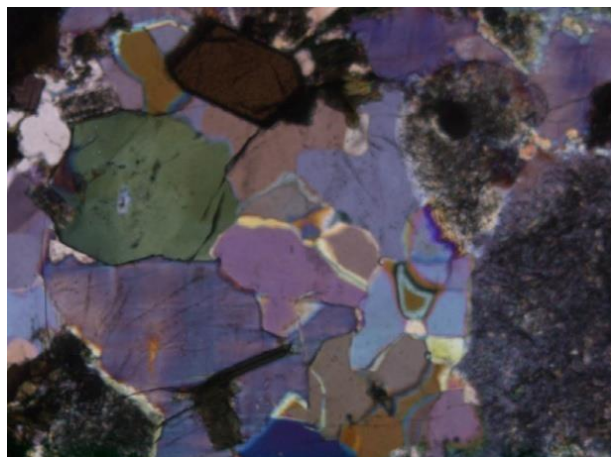


Слика 21. Микрофотографии на главните минерали од гранодиоритите од наоѓалиштето Кален
 а) крупен хипидиоморфен плагиоклас и поситен со тенок раб од албит и контакт со ортоклас N^+ , 3x;
 б) крупен хипидиоморфен плагиоклас и поситен со тенок раб од албит и контакт со ортоклас N^- , 3x;
 с) контакт на плагиоклас со ортоклас со јасен раб од албит, N^+ , 10x; д) хипидиоморфен
 плагиоклас, лиски од биотит вклопени во ортоклас, N^+ , 3x; е) хипидиоморфен плагиоклас, лиски од
 биотит вклопени во ортоклас, N^- , 3x; ф) идиоморфен сфен, кварц, долу биотит ситни лиски, N^- ,
 10x.

Figure 21. Microphotos of the main minerals granodiorites of the deposit Kalen
 а) coarse grained hypidiomorphic plagioclase and minor with thin edge of albite and conatact with orthoclase N^+ , 3x; б) coarse grained hypidiomorphic plagioclase and minor with thin edge of albite and conatact with orthoclase N^- , 3x; с) contact of the plagioclase with orthoclase with clear edge of albite, N^+ , 10 x ; д) hypidiomorphic plagioclase, thin leaves of biotite fitted in orthoclase, N^+ , 3x; е) hypidiomorphic plagioclase, thin leaves of biotite fitted in the orthoclase, N^- , 3x; ф) idiomorphic sphene, quartz, down biotite minor N^- , 10x.

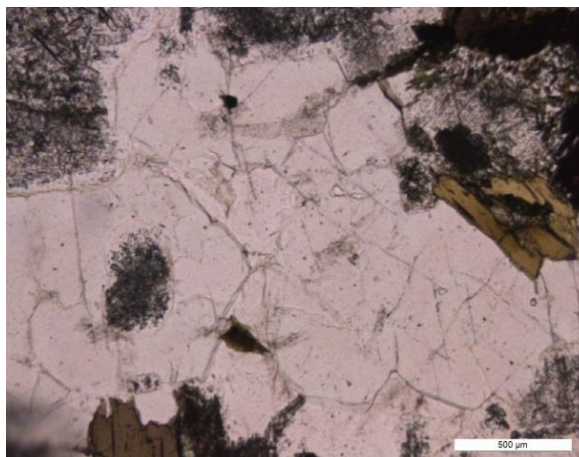
6.1.4. Гранодиорит Лозјанска Река

Гранодиоритите од Лозјанска Река се сиви до темносиви, среднозрнести до крупнозрнести. Имаат хипидиоморфно - зрнеста структура и масивна текстура.



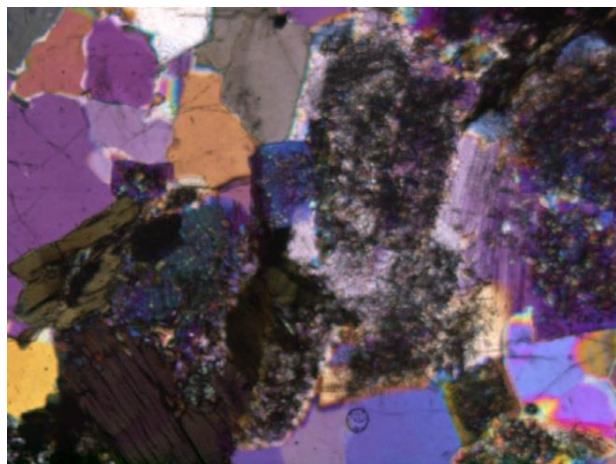
Слика 22. Средно до крупно зрнеста структура на гранодиорит. N⁺, 50x.

Figure. 22. Medium to coarse grained structure of the granodiorite. N⁺, 50x.



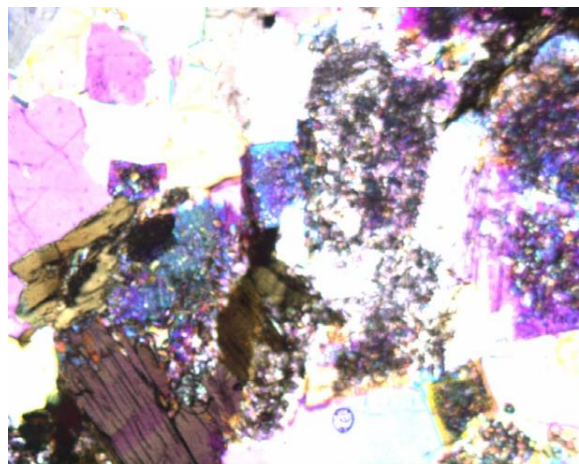
Слика 23. Средно до крупно зрнеста структура на гранодиорит. N⁻, 50x.

Figure. 23. Medium to coarse grained structure of the granodiorite. N⁻, 50x.



Слика 24. Хипидиоморфно зрнеста структура на гранодиорит. N⁺, 50x.

Figure. 24. Hypidiomorphic grain structure of the granodiorite. N⁺, 50x.



Слика 25. Хипидиоморфно зрнеста структура на гранодиорит. N⁻, 50x.

Figure. 25. Hypidiomorphic grain structure of the granodiorite. N⁻, 50x.

Со микроскопските испитувања се констатирани: плагиокласи, ортоклас, микроклин, пироксен, биотит, кварц, мусковит, апатит, амфибол и епидот.

Ортокласот најмногу е застапен во карпата. Тој се појавува во ксеноморфни зрна со големина од 0.4-1 мм. Интерферира во сива боја од прв ред.

Микроклин се појавува во ксеноморфни зрна кои се посвежи од зрната на ортоклас. Интерферентните бои на микроклинот се пониски од интерферентните бои на ортокласот. Големината на зрната е од 0.9-1.2 мм (слика 26b).

Плагиокласот се појавува во безбојни хипидиоморфни зрна со големина од 0.5мм до 0.8мм. Плагиокласите се развиени во крупни интензивно сосиритисани кристали. Кај посвежите зрна е констатирано дека плагиокласите се застапени со албит.Интерферира во бела боја од прв ред.

Пироксени Од пироксените е застапен аугитот. Тој се појавува во хипидиоморфни зрна чија големина е од 0.4 мм до 0.7мм. Аугитот е безбоен до слабо зеленкаст. Тој има изразит рељеф и интерферентни бои од втор ред (слика 26a). Кај пироксените се среќаваат и близнаци што може да се види од (слика 26d). На (слика 26d) исто така може да се види како пироксените вклопуваат ортоклас.

Биотитот се појавува во идиоморфни зрна со големина од 0.3 мм до 0.5 мм. Тој е кафеав до црвено- кафеав и има интензивен плеохроизам. Потемнува паралелно.

Кварцот се појавува во ситни ксеноморфни зрна. Безбоен е, без цепливост, со низок релјеф и сиви интерферентни бои.

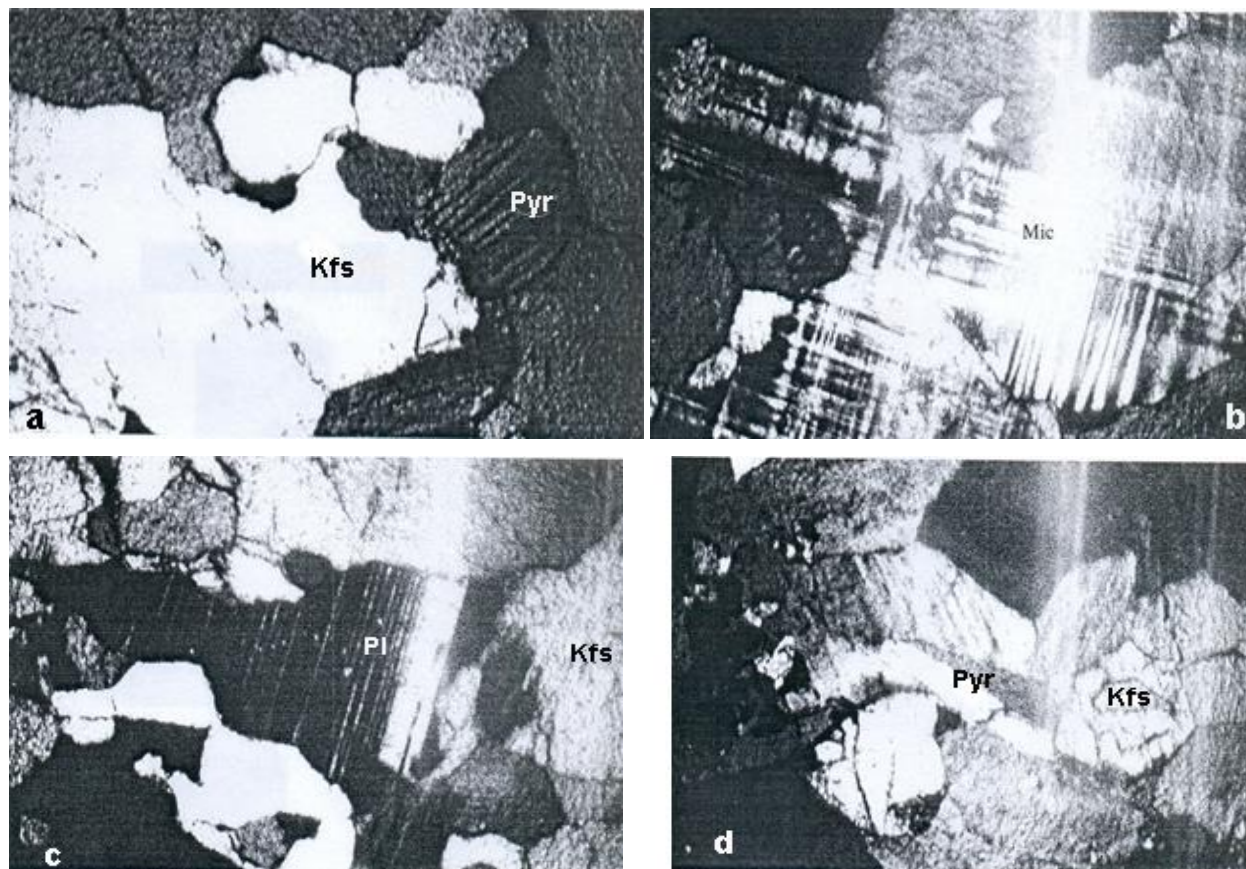
6.1.5. Ситнозрнаст гранит Косовска Река

Карпата има белосивкаста боја, ситнозрнаст состав, а цврста и масивна текстура. Од обоени минерали се гледаат ситни кристали единечни темносивкасти со големина до 1 мм., ретко поголеми.

Со микроскопски преглед се гледа дека има алотриоморфно зрнаста структура, така да саличните минерали имаат прилично воедначена форма и големина на

кристалите. Обоен минерал- биотитот се јавува во стапчести кристали со должина до 1,5 мм.

Главни минерали се : кварц, фелдспат, биотит и во помала мера мусковит. Споредни минерали се епидот, цоисит и ортит.



Слика 26. Микрофотографии на главните минерали од гранитоидите од наоѓалиштето Лозјанска Река

а) алотриоморфни зрна на калиски фелдспат (ортоклас) и пироксен (аугит) N+, 12.5x; б) крупно хипидиоморфно зрно на микроклин, N+, 12.5x в) алотриоморфни зрна на плагиоклас и К – фелдспат, N+, 12.5x; д) близнење на пироксен и вклопување на ортоклас во пироксен, N+, 12.5x.

Figure 26. Microphotos of the main minerals of granodiorites of the deposit Lozjanska River
a) alotriomorphic grains on K-feldspar (orthoclase) and pyroxene (augite) N+, 12.5x; b) coarse grained hypidiomorphic on the microcline, N+, 12.5x c) alotriomorphic grains on the plagioclase and K-feldspar, N+, 12.5x ; d) twinning of pyroxene and fit orthoclase in pyroxene, N+, 12.5x.

Кварцот се јавува во ксеноморфни кристали, прилично добро измешани со фелдспатот.

Фелдспатот е главно ортоклас, ретко микроклин и плагиоклас. Најчесто се јавуваат кристални форми од ортокласна и плагиокласна-компонента кои имаат клинесто или ламенарно сраснување, така да не може да се каже кој фелдспат е, најмногу одговара израз орто-албит. Овие кристални форми укажуваат на истовремена кристализација на K - фелдспат и Na- фелдспат, при што овие компоненти се така сраснати. Ретки се кристали на плагиоклас кај кои се забележуваат ретки полисинтетски ламели. Кај мал дел на кристали на плагиокласи се јавуваат сосема ретки зрна на цоисит и епидот, најверојатно како секундарни минерали, а можно да се инклузии во плагиокласот. Гранулацијата на саличните минерали изнесува 0,2 -0,5 мм. Кај мал број на ортокласни кристали се јавува слаба микроклинизација во некој дел на кристалот.

Биотитот главно гради табличести кристали, свежи со јасен кафејав плеохроизам. Големината на лиските е до 0,5 мм, а поретки се долги стапчести кристали со должина до 1,5 мм.

Мусковитот исто така се јавува во табличести лиски со големина од 0,2 – 0,5 мм. Често мусковитот е во асоцијација со биотитски лиски, при што прават ситни млазеви, а местимично доаѓа и финозрнаст епидот.

Епидотот и цоиситот се јавуваат и во покрупни кристали со должина до 0,4 мм, единечни како и во асоцијација со фемичните минерали. Акцесорен минерал е циркон.

6.1.6. Крупнозрнаст гранодиорит Косовска Река

Карпата има светлосива боја со потемни млазеви од обоен минерал. Има крупнозрнаста до малку порфиرويدна структура, а цврста и масивна текстура. Фелдспатот е со големина до 6 мм. Обоените млазеви се со неправилна и долгнавеста форма до 5 мм.

: Карпата има хипидиоморфно зрнаста структура. Главни минерали се: кварц, плагиоклас, ортоклас и биотит, а додека споредни се епидот-ортит и ретки зрна гранат.

Кварцот се јавува во алотриоморфни зрна, групиран во мали леќи помеѓу останатите минерали. Слабо е катаклазиран со ундулозно потемнување на зрната и големина на истите до 1 мм.

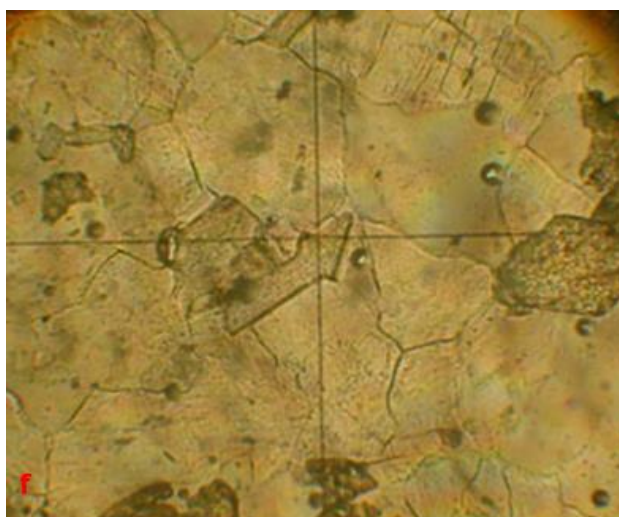
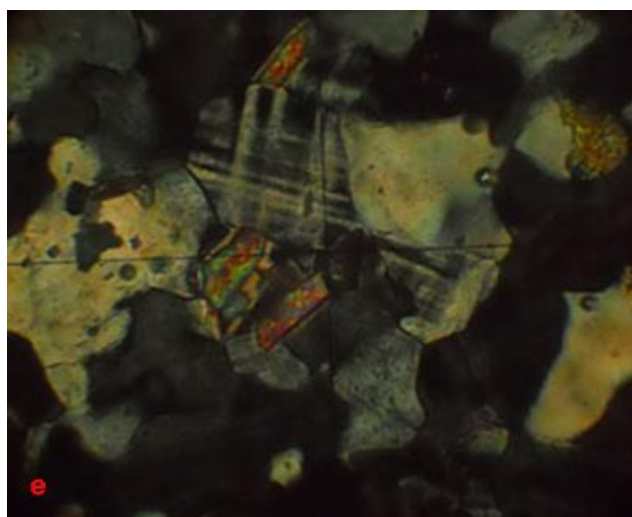
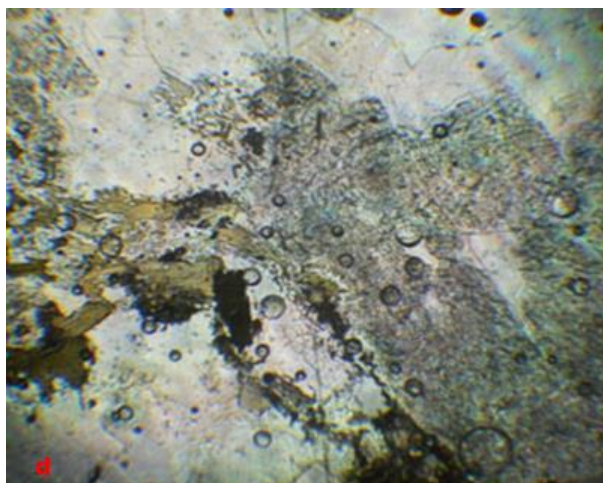
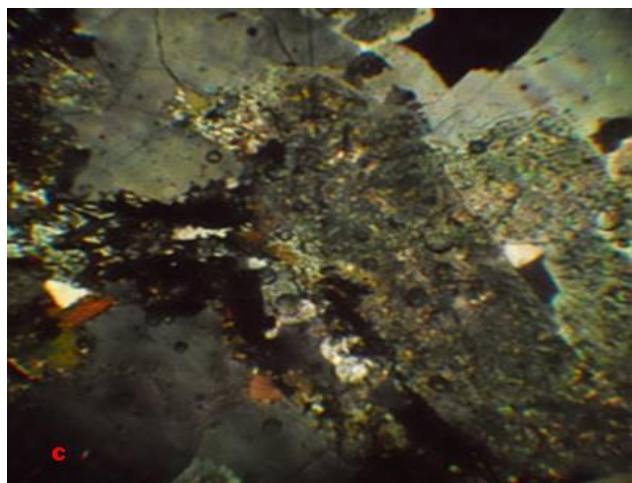
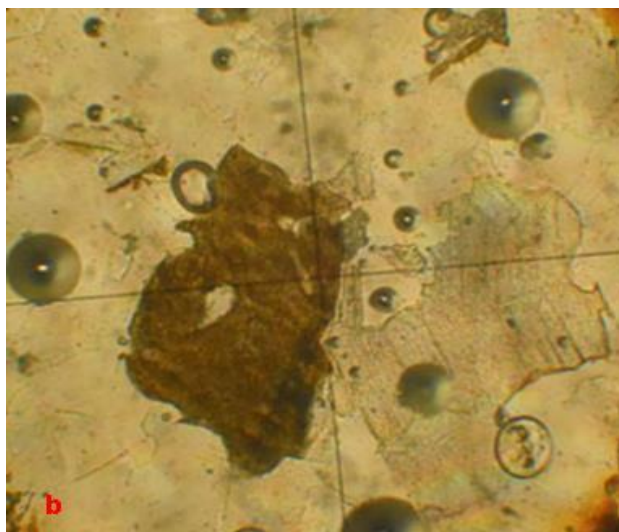
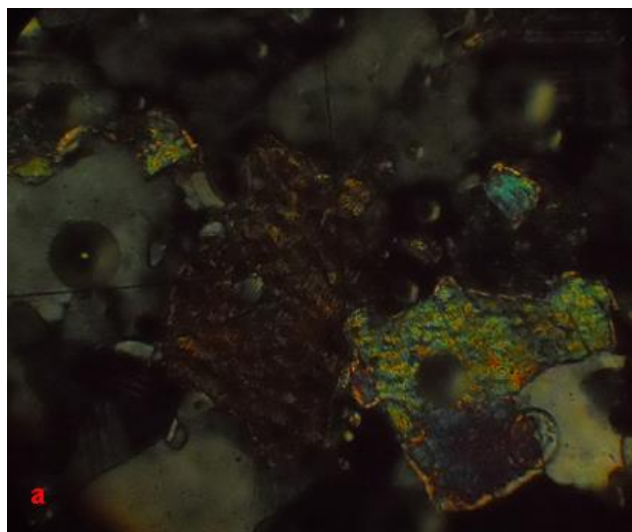
Плагиокласот количински е најзастапен минерал во карпата, а во однос на ортокласот соодносот е приближно 1 : 2,5 во прилог на плагиокласот. Се јавува во хипидиоморфни кристали со должина од 0,5 мм до 3 мм. Тој е од интермедијарен карактер, значително е алтерисан, а продукти се епидот, цоисит и серицит. Тие се јавуваат во тенки микрокристали кои имаат хаотичен распоред во кристалот на плагиоклас. Се забележува сосема слаба зонарност на секундарните минерали во плагиокласот и тоа така да во некои кристали во средишните делови погусто се изразени секундарните минерали епидот и цоисит. Ретко се забележува тенок раб на свеж албит по рабните делови на плагиоклаот а најчесто во контатите со ортокласни кристали.

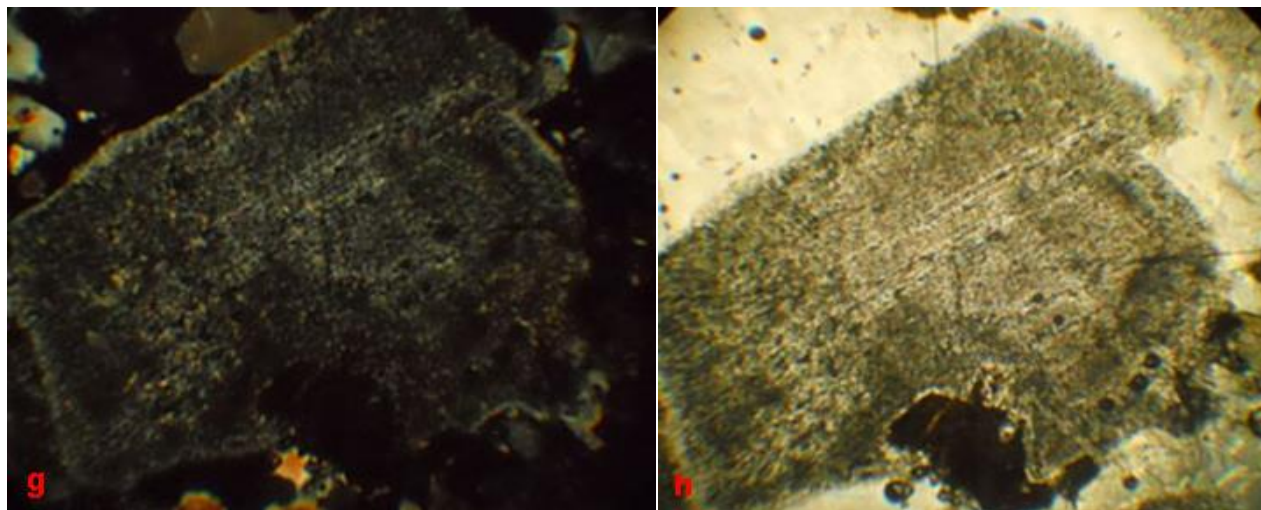
Ортокласот е свеж. Се јавува во ксеноморфни кристали со големина до 3 мм. Ретко вклопува микрокристали на плагиоклас.

Биотитот потсетува на некој амфибол, но микроскопски со сигурност не може да се утврди, затоа што не се видливи базни пресеци. Сега најмногу личи на биотит. Се јавува главно во неправилни и табличасти форми со големина до 1 мм. Често се јавуваат распарчени форми од ситни лиски биотит и групирани издолжени стапчести кристали, кои прават тенки развлечени млазеви. Има јасен плеохроизам во кафеаво-слабозеленкаста нијанса.

Околу биотитските лиски и млазеви доста често доаѓа ортит во ситни неправилни зрна, како спореден минерал. Акцесорен минерал е апатит.

На основа микроскопскиот прглед, направен е обид приближно да се даде модалниот состав на карпата и тоа: плагиоклас – 45 % ; ортоклас – 15 % ; кварц – 20 % , битит – 15 % ; споредни минерали (епидот-ортит) – 5 % .





Слика 27. Микрофотографии на главните минерали од гранодиоритите од наоѓалиштето Косовска Река

- а) Хипидиоморфни зрна на биотити и мусковит, N^+ , 10x; Хипидиоморфни зрна на биотити и мусковит N^- , 10x ; с) Хипидиоморфен плагиоклас со ситни лиски на биотит, кристал на апатит. N^+ , 3x; d) Хипидиоморфен плагиоклас со ситни лиски на биотит, кристал на апатит N^- , 3x ; е) Ситен кристал на микроклин со мусковит и крупен кристал на епидот. N^+ , 10x ; f) Ситен кристал на микроклин со мусковит и крупен кристал на епидот. N^- , 10x; g) ; Хипидиоморфен плагиоклас и лиска биотит, околу кварц, . N^+ , 3x h) Хипидиоморфен плагиоклас и лиска биотит, околу кварц, . N^- , 3x.

Figure 27. Photomicrographs of the main minerals of granodiorites from deposit Kosovska River

- a) Hipidiomorphic grains of biotite and muscovite, N^+ , 10x; Hipidiomorphic grains of muscovite and biotite N^- 10x; c) Hipidiomorphic plagioklas fine shale biotite, crystal of apatite, N^+ , 3x; d) Hipidiomorphic plagioklas fine shale biotite, crystal apatite N^- , 3x; a) Fine crystal mikroclin with muscovite and big crystal epidote. N^+ , 10x; f) Fine crystal mikroclin with muscovite and big crystal epidote. N^- , 10x; g); Hipidiomorfen plagioklas and shale biotite, quartz around. N^+ , 3x h) Hipidiomorfen plagioklas and shale biotite, quartz around. N^- , 3x

7.0 МИНЕРАЛЕН СОСТАВ НА КАРПИТЕ

Минералниот состав на карпите е одреден, освен во поларизационен микроскоп, и со методот на рендгенска дифракција и сканинг електронски микроскоп. Со овие испитувања главно е потврден минералниот состав на карпите добиен со испитувањата направени во пропуштена светлина.

7.1. МИНЕРАЛЕН СОСТАВ НА КАРПИТЕ ОДРЕДЕН СО XRD МЕТОДАТА

Како дополнување на микроскопските истражувања во поларизирана светлина направени се рендгенски дифрактограми на карпите. На овој начин се дефинирани многу фини минерални зрна. За овие испитувања се издвоени вкупно четири примероци и тоа по еден од примерок од сите локалитети.

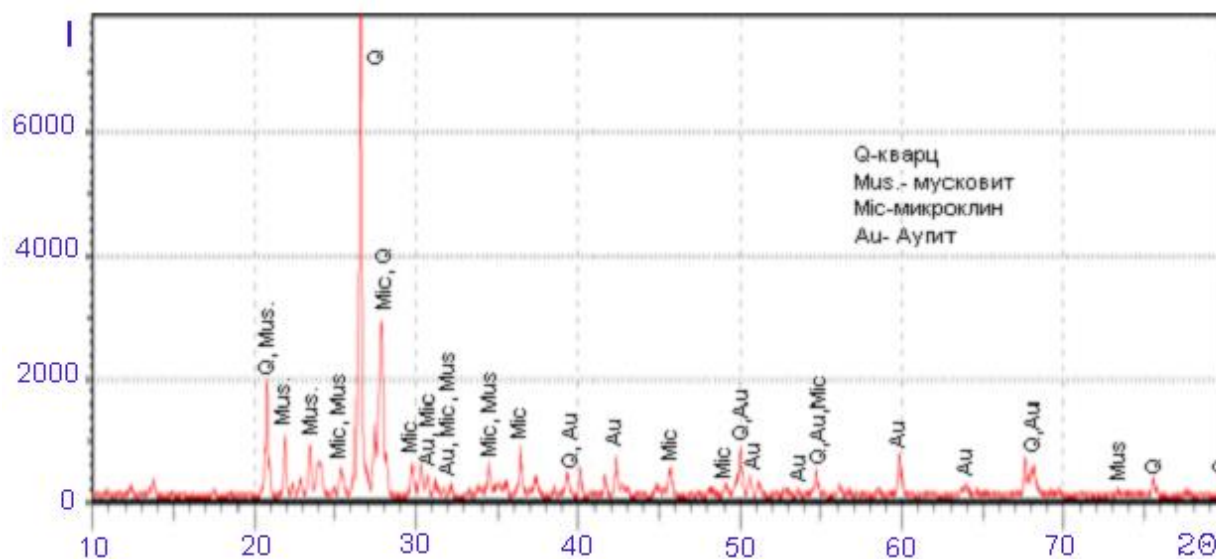
Минералниот состав одреден со помош на XRD е даден во табела 1 додека дифрактограмите се презентирани на слика 28, 29, 30 и 31.

Врз основа на положбата на пиковите, со оглед на аголот 2θ извршена е идентификација на минералите, а врз основа интензитетот на пиковите изведен е заклучок за нивната релативна количина во примерокот.

Идентифицирани се следните минерали : кварц, ортоклас, микроклин, албит, мусковит, хирнбленда и аугит.

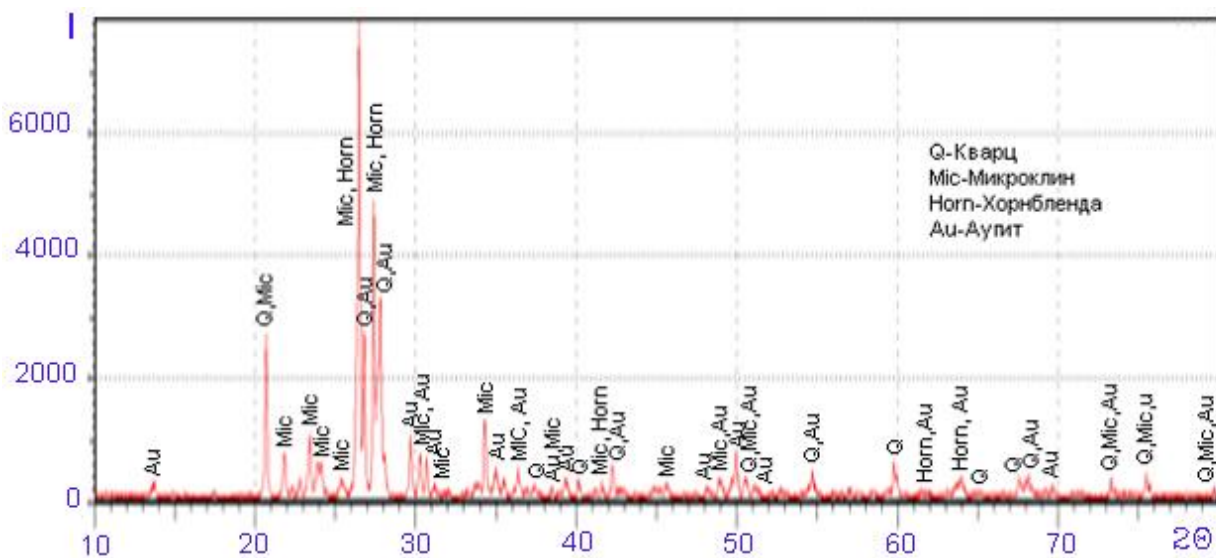
Табела 1. Минерален состав на гранитоидните карпи одреден со XRD методата
Table 1. Mineral composition of granitoid rocks determined by XRD method

Минерал	Пештани	Кален	Лозјанска река	Косовска река
Кварц	+	+	+	+
Ортоклас	+			
Албит	+			
Мусковит	+		+	
Хорнбленда	+	+		+
Микроклин		+	+	+
Аугит		+	+	+



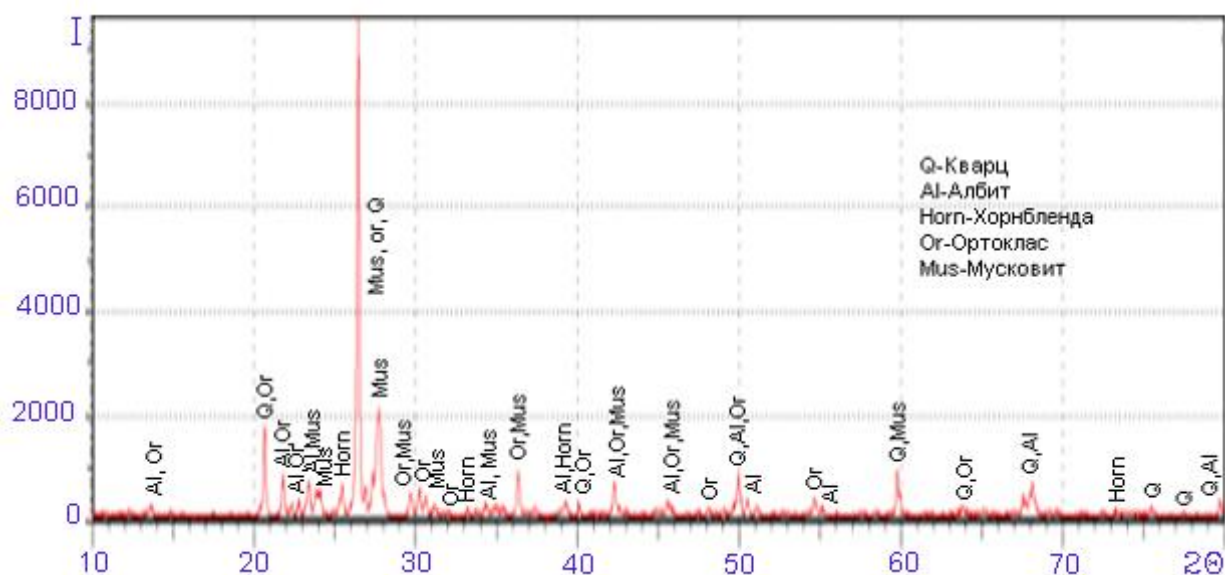
Слика 28. Рендгенски дифрактограм на гранитоидните карпи од наоѓалиштето Лозјанска Река

Figure 28. X-ray diagram of granodiorite rocks of the deposit Lozjanska Reka

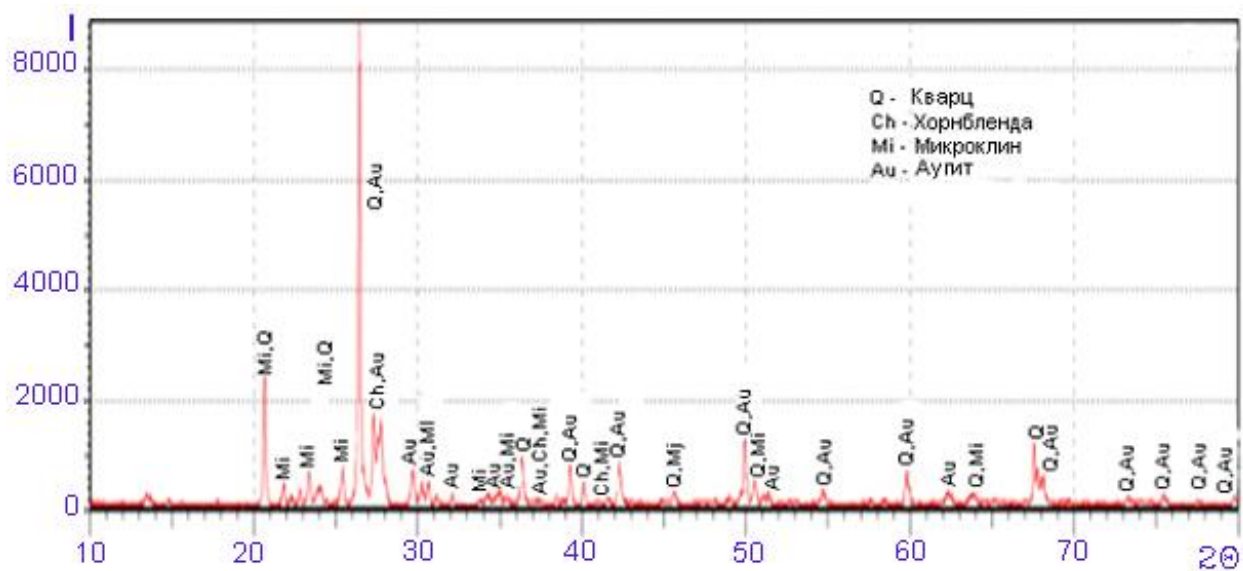


Слика 29. Рендгенски дифрактограм на гранитоидните карпи од наоѓалиштето Косовска Река

Figure. 29. X-ray diagram of granodiorite rocks of the deposit Kosovska Reka



Слика 30. Рендгенски дифрактограм на гранитоидните карпи од наоѓалиштето Пештани
Figure. 30. X-ray diagram of granodiorite rocks of the deposit Pestani



Слика 31. Рендгенски дифрактограм на гранитоидните карпи од наоѓалиштето Кален
Figure 31. X-ray diagram of granodiorite rocks of the deposit Kalen

Кварцот е најмногу застапен во сите испитувани карпи што укажува дека кварцот во голем процент е застапен во матриксот на карпите.

По кварцот по застапеноста доаѓаат фелдспатите. Фелдспатите во гранитоидните карпи од локалитетот Пештани се претставени со ортоклас, додека во гранитоидните карпи од останатите локалитети се јавува микроклин.

Од групата на плагиокласи е констатиран само албит и тоа во примерокот од локалитетот Пештани.

Од лискуните присутен е само мусковитот и тоа во гранитоидните карпи од локалитетите Пештани и Лозјанска река.

Во примероците земени од гранитоидните карпи од локалитетите Пештани, Кален и Косовска река и констатирана хорнбленда, додека во примероците земени од гранитоидните карпи од локалитетите Кален, Лозјанска река и Косовска река е констатиран аугит.

7.2. МИНЕРАЛЕН СОСТАВ ОДРЕДЕН СО СКАНИНГ ЕЛЕКТРОНСКИ МИКРОСКОП

За одредување на хемискиот состав на минералите со сканинг електронски микроскоп издвоени се репрезентативни примероци и свежи гранитоиди.

Испитуваните гранитоиди имаат хипидиоморфно – зрнеста структура и масивна текстура.

7.1. Пироксени (аугит)

Одредувањето на хемискиот состав на пироксенот вршено е на десет зрна со десет поединични мерења. Резултатите од мерењата се прикажани во табела.

Спрема својот хемиски состав на мерените зрна пироксенот одговара на аугит. Не постои голема разлика помеѓу податоците добиени со испитувањата со поларизациониот и сканинг електронскиот микроскоп. Со микроскопските испитувања, како и со хемиското испитување е добиен состав кој одговара на аугит. На сликите 64, 69, 101, 108, 137 и 160 се прикажани позициите на мерените точки, на сиките 66, 71, 103, 110, 139 и 162 се дадени ЕДХ спектрите на аугитот, додека во табела 10,11, 19, 21, 28 и 34 е даден неговиот хемиски состав.

Si се движи во интервалот од 7.67 до 21.37%; K од 5.60 до 6.37%; Al од 6.54 до 11.51%; Fe од 2.78 до 12.59%; Mg од 5.64 до 6.54%, O од 40.99 до 60.72%. Во ниски

концентрации утврдено е присуство на Ti чии содржини се движат во границите од 1.17 до 1.57%, Ca од 1.69 до 2.37%, Na од 0.50 до 0.80%.

7.2. АМФИБОЛ (хорнбленда)

Амфиболот е релативно чест минерал во проучуваните гранитоидни карпи. Од амфиболите констатирана е хорнбленда која главно е алтерисана најчесто во хлорит, поретко во епидот. Одредувањето на хемискиот состав е извршено на фенокристалите на овој минерал. Генерално гледано содржините на главните компоненти остануваат прилично константни. Хемискиот состав на хорнблендата е даден во табела 4, позицијата на анализираните точки се прикажани на слика 41, додека ЕДХ спектрите на хорнблендата се прикажани на слика 43. Од приложената табела 4 се гледа дека како главни елементи кои влегуваат во составот на хорнблендата се; O (48.78%), Fe (18.29%), Al (10.02%), Si (17.34%), Mg (2.42%) и Ca (3.14%).

7.3. ЛИСКУН - БИОТИТ

Биотитот е најзастапен боен минерал во гранитоидните карпи. Во некои гранитоиди се јавува како единствен боен минерал, во други како главен од боените минерали а многу ретко во подредена количина. Биотитот главно гради табличести кристали, свежи со јасен кафеав плеохроизам. Големината на лиските е до 0,5 мм, а поретки се долги стапчести кристали со должина до 1,5 мм. Хемиските испитувања на биотитот се извршени на поедини точки на 10 фенокристали од 8 репрезентативни примероци од четирите наоѓалишта. Добиените податоци од мерењето се презентирани во табелите 2, 3, 5, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 35 и 36, позицијата на анализираните точки се прикажани на слика 33, 32, 36, 37, 44, 45, 61, 65, 68, 77, 80, 81, 84, 09, 116, 120, 125, 128, 133, 140, 145, 148, 149, 164, 165, 169 и 169, додека ЕДХ спектрите се прикажани на сликите 35, 35, 38, 39, 46, 47, 63, 67, 70, 79, 82, 83, 86, 111 119, 122, 127, 130, 135, 142, 147, 150, 151, 166, 167, 170 и 171. Во составот на некои од испитуваните биотити влегува Na кој го заменува K, потоа Ti како замена за Al и Mn, но заедно здружен со Fe.

Хемиските анализи јасно укажуваат дека биотитот покажува одредени варирања во својот хемиски состав.

Si се движи во интервалот од 12.65 до 17.78%; K од 5.80 до 8.90%; Al од 7.20 до 8.26%; Fe од 5.32 до 15.97%; Mg од 4.24 до 6.87%, O од 40.99 до 60.72%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Ti чии содржини се движат во границите од 0.55 до 2.05%.

7.4. ЛИСКУН – МУСКОВИТ

Мусковитот е помалку застапен во однос на биотитот. Мусковитот најмногу е присутен во гранитоидите од Пештани. Мусковитот се јавува во табличести лиски со големина од 0,2 – 0,5 мм. Често мусковитот е во асоцијација со биотитски лиски, при што прават ситни млазеви, а местимично доаѓа и финозрнаст епидот. Хемиските испитувања на биотитот се извршени на поедини точки на 10 фенокристали од 8 репрезентативни примероци од четирите наоѓалишта. Добиените податоци од мерењето се презентирани во табелите 24, 28 и 34, позицијата на анализираниите точки се прикажани на слика 121, 136 и 161, додека ЕДХ спектрите се прикажани на слика 123, 138 и 163.

Si се движи во интервалот од 17.36 до 21.20%; K од 4.89 до 5.55%; Al од 7.63 до 8.26%; Fe од 5.32 до 15.97%; O од 59.34 до 64.13%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Fe чии содржини се движат во границите од 0.70 до 1.16%, Na 0.36%, Ti 0.67%, Mn 0.13 и Mg 1.74%.

7.5. ПЛАГИОКЛАСИ (албит)

Плагиокласите се чести минерали во рамките на проучуваните гранитоидни карпи. Се јавуваат како фенокристали, но се јавуваат и како ситнозрнести, идиоморфно до хипидиоморфно развиени, близнети и зонални. За одредување на хемискиот состав на плагиокласите се земени свежи примероци од гранитоидните карпи. Испитувањето на хемискиот состав се извршени на фенокристалите на плагиокласите од спомантите карпи. Позициите на испитуваните точки се прикажани на сликите 53, 57 и 124, ЕДХ спектрите на албитот се прикажани на

сликите 55, 59 и 126, додека хемискиот состав на мерените плагиокласи е презентирани во табелите 7, 8 и 25.

Од податоците презентирани во претходно спомнатите табели се гледа дека Si се движи од 19.35 до 20.99%, Al од 8.18 до 8.50%; O₂ од 61.15 до 63.99%; Na од 7.55 до 7.94%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Ca (0.93 – 1.39%).

Спрема добиените резултати плагиокласите одговараат на албит.

Од податоците презентирани во претходно спомнатите табели се гледа дека Si се движи од 19.35 до 20.99%, Al од 8.18 до 8.50%; O₂ од 61.15 до 63.99%; Na од 7.55 до 7.94%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Ca (0.93 – 1.39%).

Спрема добиените резултати плагиокласите одговараат на албит.

7.6. ФЕЛДСПАТ (ортоклас)

Фелдспатот во испитуваните карпи е чест минерал главно е ортоклас, поретко микроклин.

Хемискиот состав на ортокласот е одредуван на поединечни зрна чија позиција е прикажана на сликите 40, 49, 52 и 56, ЕДХ спектрите на ортокласот се прикажани на сликите 42, 51 и 54, додека добиените резултати за хемискиот состав на ортокласот се презентирани во табелите 4, 6, 7 и 8.

Од податоците презентирани во претходно спомнатите табели се гледа дека Si се движи од 23.93 до 26.72%, Al од 7.61 до 12.30%; O₂ од 51.23 до 59.87%; K од 3.95 до 7.87%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Mg (0.87%), Na (1.04 – 3.30%) и Ca (2.50%).

Микроклиновото исто така е анализирана на неколку точки чии позиции се прикажани на сликите 76 и 112, ЕДХ спектрите се прикажани на сликите 78 и 114, додека добиените податоци за хемискиот состав се презентирани во табелите 13 и 22.

Si се движи во интервалот од 25.36 до 31.01%; K од 9.18 до 15.91%; Al од 7.75 до 8.75%; O од 44.34 до 56.84.13%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Na чии содржини се движат изнесуваат 0.87%.

7.7. КВАРЦ

Кварцот е присутен во сите испитувани примероци, се јавува во алотриоморфни зрна, групирани во мали леќи помеѓу осатнатите минерали. Слабо е катаклазиран со ундулозно потемнување на зрната и големина на истите до 1 мм. Хемискиот состав на кварцот е одредуван на поединечни зрна чија позиција е прикажана на сликите 113, 117, 129, 141, 152, 153, 172 и 173, ЕДХ спектите се прикажани на сликите 115, 119, 131, 143, 154, 155, 174 и 175, додека добиените резултати за хемискиот состав на кварцот се презентирани во табелите 22, 23, 26, 29, 32 и 37. Si се движи во интервалот од 23.97 до 40.94%; O од 57.91% до 76.03%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Al чии содржини се движат во границите од 0.97 до 1.03%, Na 1.04%, K 0.97%.

7.8. АКЦЕСОРНИ МИНЕРАЛИ

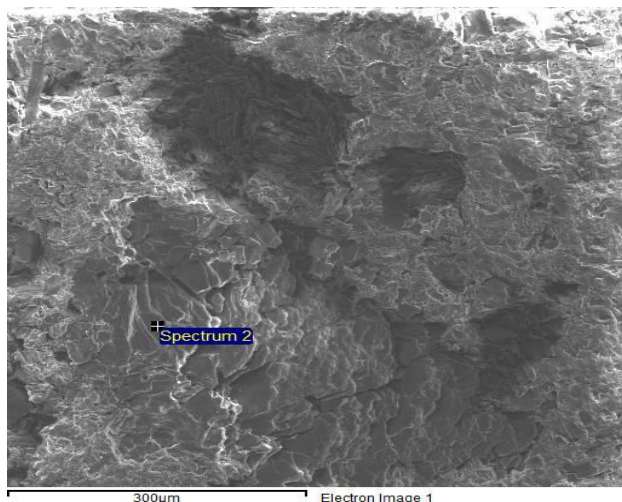
Во рамките на испитуваните гранитоидни карпи микроскопски се констатирани различни акцесорни минерали прозрачни и темни. Особено тешка е идентификацијата на темните минерали. Со микроскопските испитувања идентификувани се магнетит, илменит, пирит, апатит, епидот, цоисит, рутил, монацит, циркон, сфен и др.

Хемиски се одредени составите на епидот и титанит (сфен). Резултатите од извршените хемиски испитувања на епидотот се презентирани во табелите 16 и 30, позицијата на анализираниот епидот се прикажани на сликите 88 и 144, додека ЕДХ спектите на епидотот се прикажани на сликите 90 и 146.

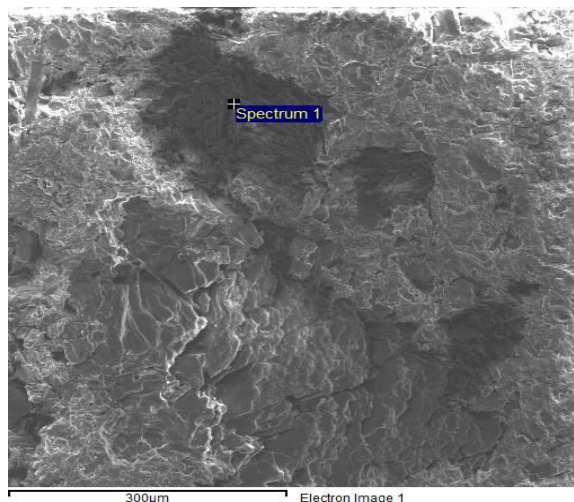
Si се движи во интервалот од 15.56 до 16.50%; Ca од 10.27 до 12.75%; Al од 11.76 до 12.11%; Fe од 3.24 до 5.76%; O од 53.22 до 58.84%.

Резултатите од извршените хемиски испитувања на сфенот се презентирани во табелите 20, позицијата на анализираниот сфен е прикажан на сликите 104 и 105, додека ЕДХ спектите на епидотот се прикажани на сликите 106 и 107.

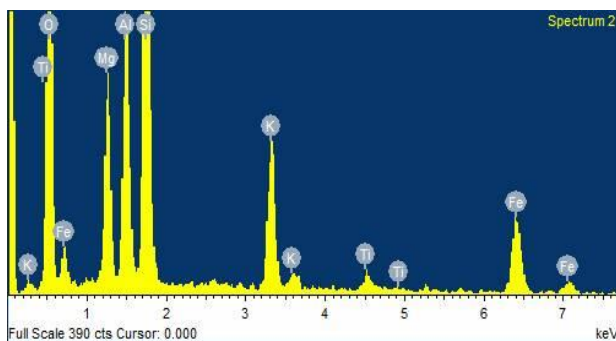
Si се движи во интервалот од 13.30 до 14.64%; K 2.38%; Al од 1.64 до 3.45%; Ti од 6.55 до 11.40%, Ca од 6.82 до 10.65%, O од 61.34% до 67.42%. Во ниски концентрации утврдено е присуство на Fe чии содржини се движат во границите од 0.80 до 0.90%, Na 0.87% и Mg 0.50%.



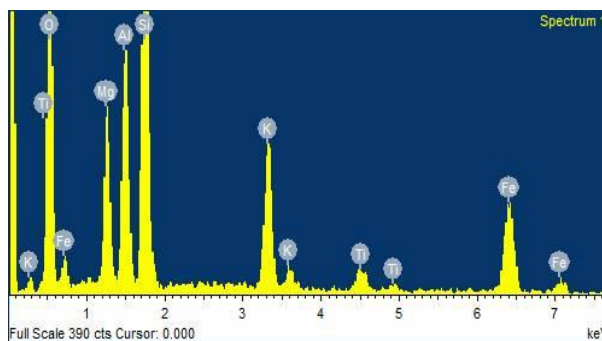
Слика 32. CEM слика на биотит
Figure 32. SEM image of biotite



Слика 33. CEM слика на биотит
Figure 33. SEM image of biotite



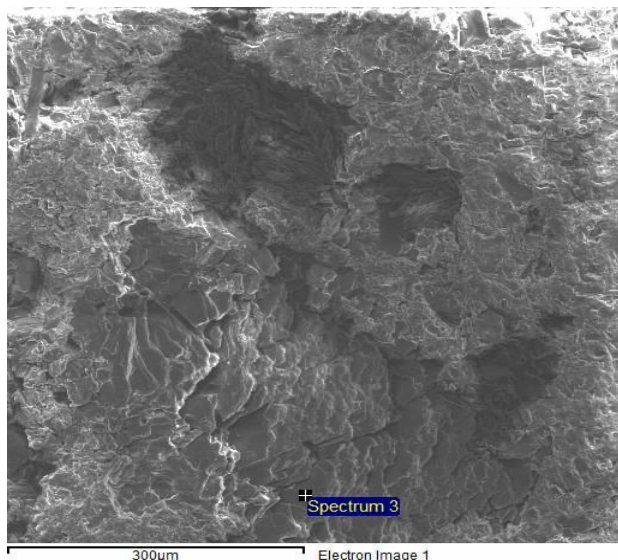
Слика.34. ЕДХ спектар на биотит
Figure 34. EDX spectrum of biotite



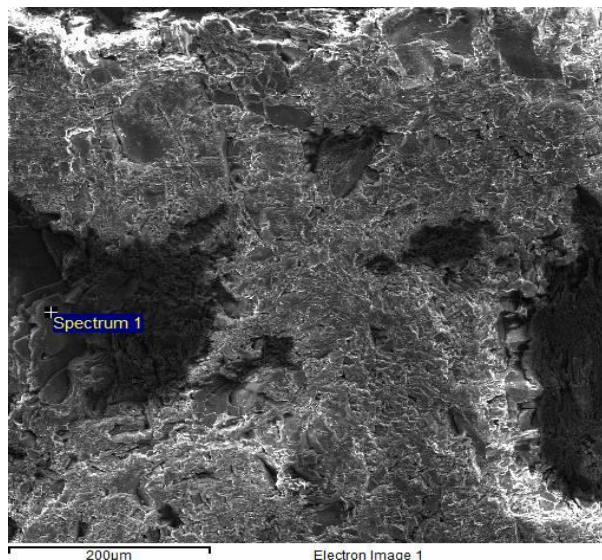
Слика.35. ЕДХ спектар на биотит
Figure 35. EDX spectrum of biotite

Табела 2. Хемиски состав на биотит
Table 2. Chemical compound of biotite

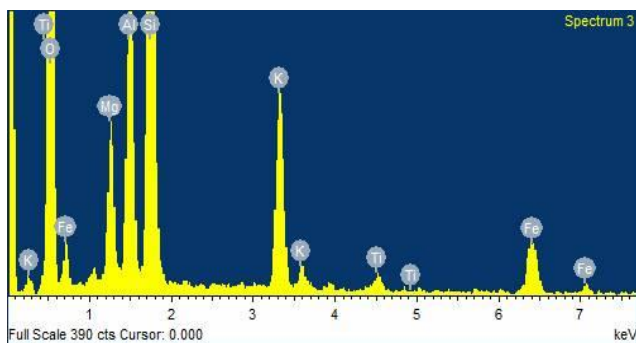
Елемент/ минерал	биотит		Елемент/ минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	54.62	70.41	O K	52.11	68.90
Mg K	6.80	5.76	Mg K	6.37	5.55
Al K	7.46	5.70	Al K	7.20	5.65
Si K	15.49	11.38	Si K	15.51	11.69
K K	5.80	3.06	K K	6.26	3.38
Ti K	0.90	0.39	Ti K	1.26	0.56
Fe K	8.93	3.30	Fe K	11.29	4.28
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



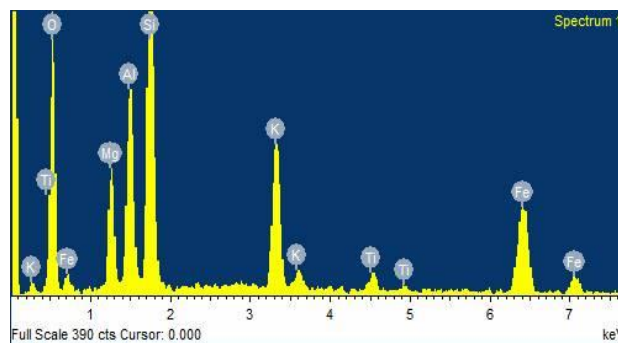
Слика 36. СЕМ слика на биотит
Figure 36. SEM image of biotite



Слика 37. СЕМ слика на биотит
Figure 37. SEM image of biotite



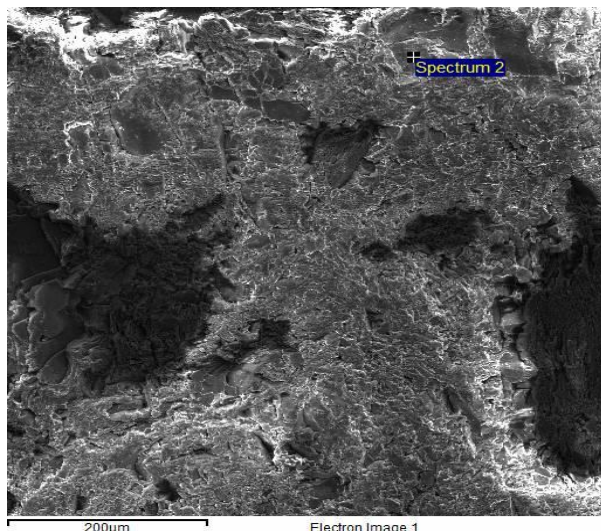
Слика.38. ЕДХ спектар на биотит
Figure 38. EDX spectrum of biotite



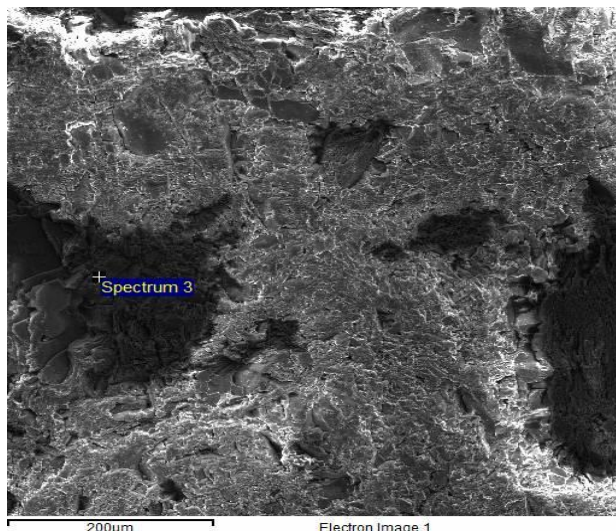
Слика39. ЕДХ спектар на биотит
Figure 39. EDX spectrum of biotite

Табела 3. Хемиски состав на биотит
Table 3. Chemical compound of biotite

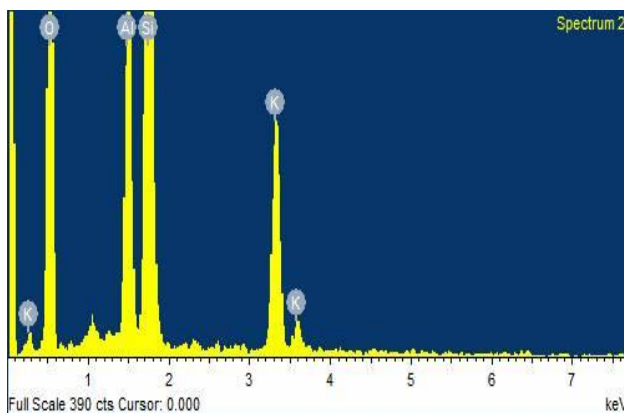
Елемент/ минерал	биотит		Елемент/ минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	58.08	72.78	O K	44.56	62.77
Mg K	4.24	3.50	Mg K	5.96	5.52
Al K	7.42	5.52	Al K	8.03	6.70
Si K	17.78	12.69	Si K	16.76	13.45
K K	6.53	3.35	K K	8.62	4.97
Ti K	0.63	0.26	Ti K	1.50	0.70
Fe K	5.32	1.91	Fe K	14.58	5.88
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



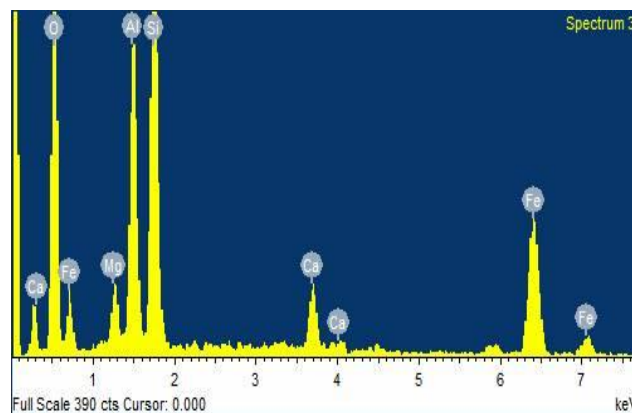
Слика 40. СЕМ слика на ортоклас
Figure 40. SEM image of ortoklase



Слика 41. СЕМ слика на хорнбленда
Figure 41. SEM image of chornblende



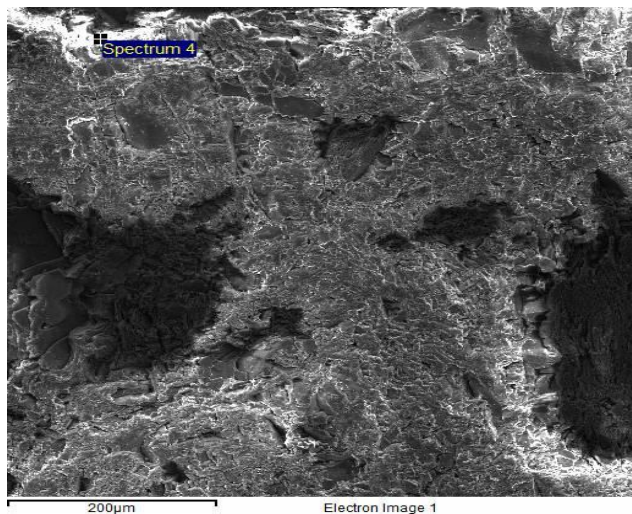
Слика 42. ЕДХ спектар на ортоклас
Figure 42. EDX spectrum of ortoklase



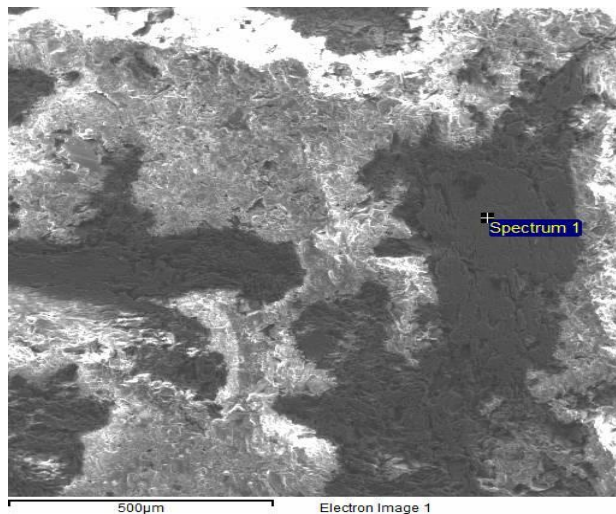
Слика.43. ЕДХ спектар на хорнбленда
Figure 43. EDX spectrum of chornblende

Табела 4. Хемиски состав на ортоклас и хорнбленда
Table 4. Chemical compound of ortoklase and chornblende

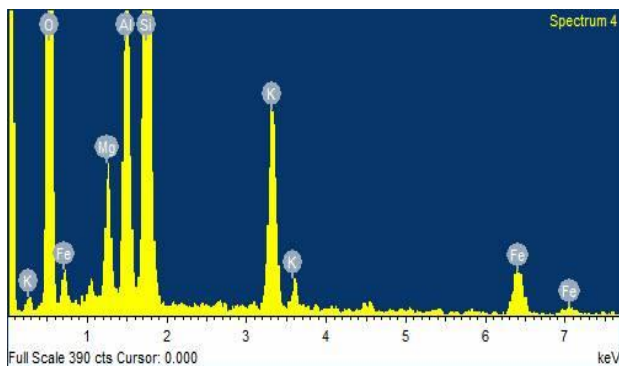
Елемент/ минерал	ортоклас		Елемент/ минерал	хорнбленда	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	59.97	73.42	O K	48.78	67.11
Al K	7.61	5.52	Mg K	2.42	2.19
Si K	24.54	17.12	Al K	10.02	8.17
K K	7.87	3.94	Si K	17.34	13.59
Вкупно	100.00		Ca K	3.14	1.73
			Fe K	18.29	7.21
			Вкупно	100.00	



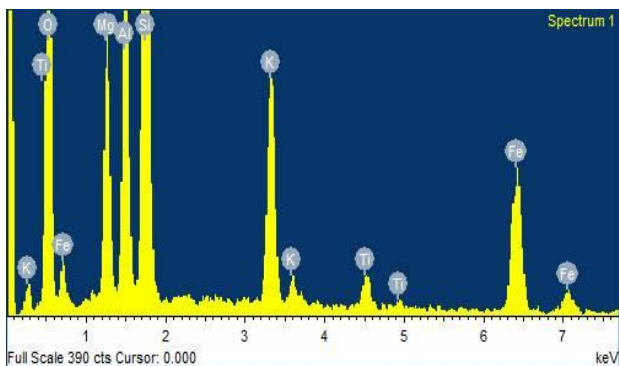
Слика 44. SEM слика на биотит
Figure 44. SEM image of biotite



Слика 45. SEM слика на биотит
Figure 45. SEM image of biotite



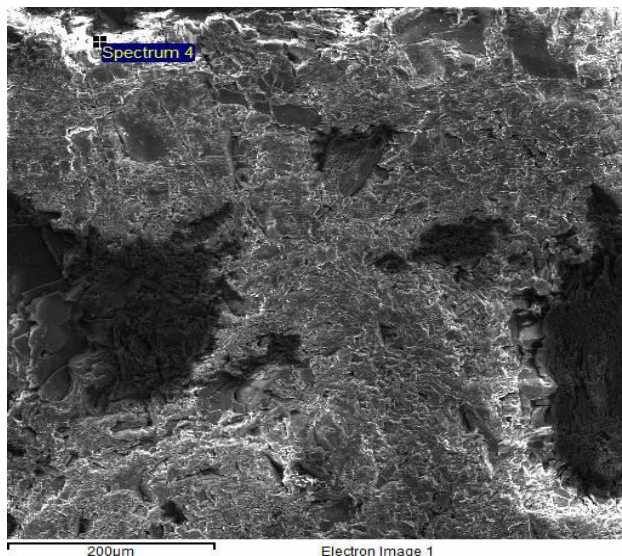
Слика 46. ЕДХ спектар на биотит
Figure 46. EDX spectrum of biotite



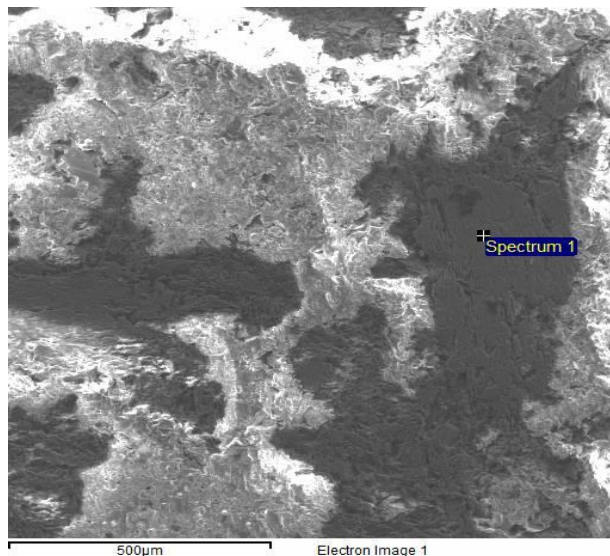
Слика 47. ЕДХ спектар на биотит
Figure 47. EDX spectrum of biotite

Табела 5. Хемиски состав на биотит
Table 5. Chemical compound of biotite

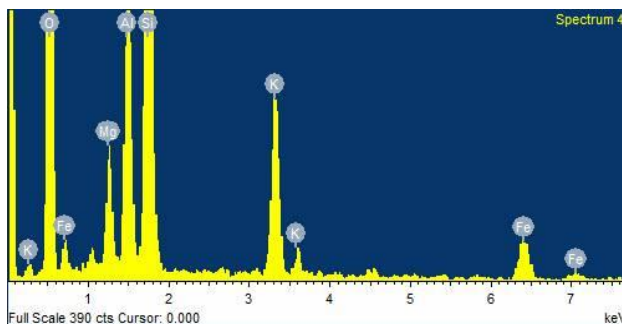
Елемент/ минерал	биотит		Елемент/ минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	57.66	72.15	O K	48.19	65.49
Mg K	3.50	2.89	Mg K	6.40	5.73
Al K	7.37	5.47	Al K	8.02	6.47
Si K	20.21	14.40	Si K	16.95	13.12
K K	6.90	3.53	K K	6.85	3.81
Fe K	4.35	1.56	Ti K	1.51	0.68
Вкупно	100.00		Fe K	12.08	4.70
			Вкупно	100.00	



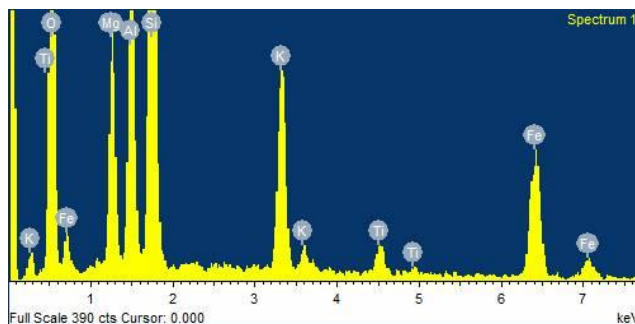
Слика 48. СЕМ слика на плагиоклас
Figure 48. SEM image of plagioclase



Слика 49. СЕМ слика на ортоклас
Figure 49. SEM image of ortoklase



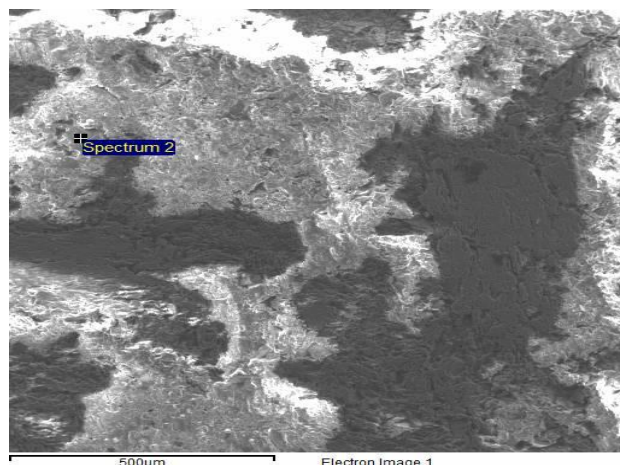
Слика 50. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 50. EDX spectrum of plagioclase



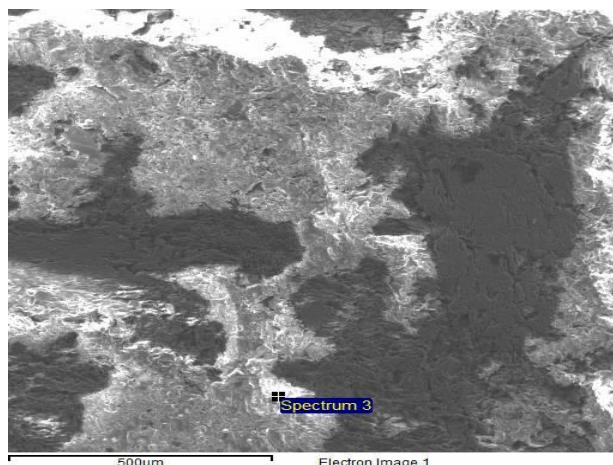
Слика 51. ЕДХ спектар на ортоклас
Figure 51. EDX spectrum of ortoklase

Табела 6. Хемиски состав на плагиоклас и ортоклас
Table 6. Chemical compound of plagioclase and ortoklase

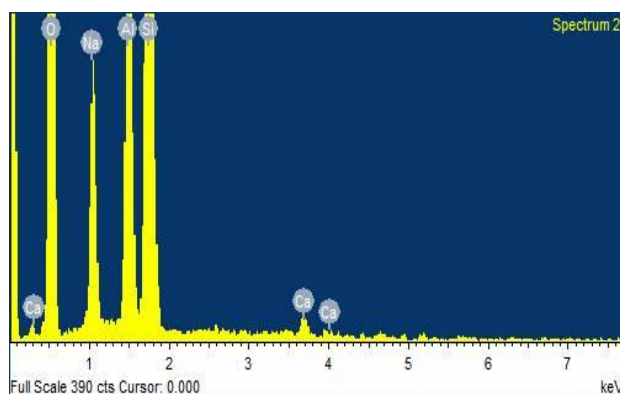
Елемент/ минерал	плагиоклас		Елемент/ минерал	ортоклас	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	57.57	69.52	O K	59.36	72.77
Mg K	7.69	6.46	Mg K	0.87	0.74
Al K	8.61	6.17	Al K	8.14	5.91
Si K	25.51	17.55	Si K	23.93	16.71
K K	0.61	0.29	K K	7.70	3.86
Fe K	57.57	69.52	Вкупно	100.00	
Вкупно	100.00				



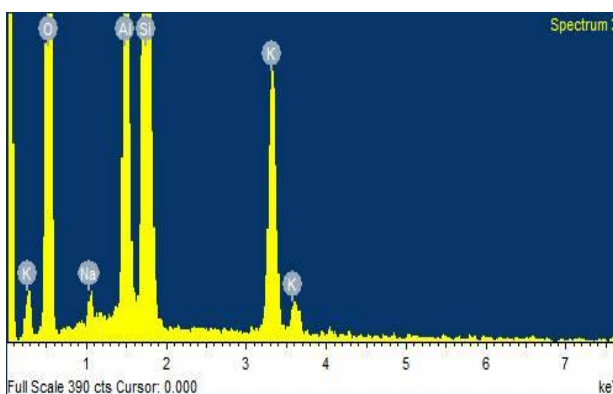
Слика 52. СЕМ слика на ортоклас
Figure 52. SEM image of ortoklase



Слика 53. ЕДХ спектар на плагиоклас-албит
Figure 53. EDX spectrum of plagioclase-albite



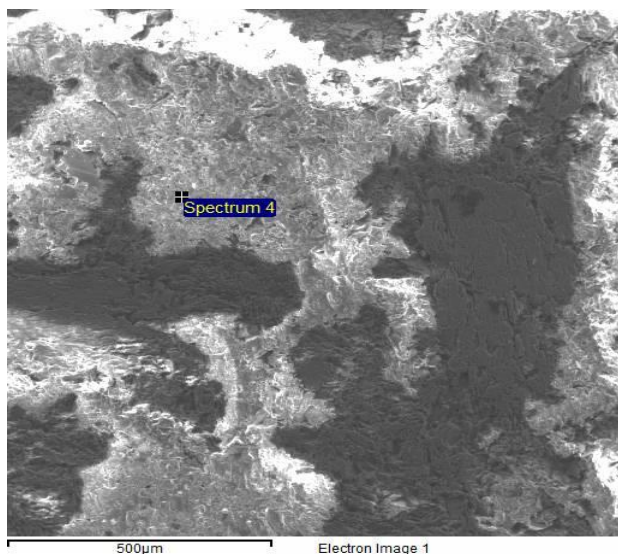
Слика 54. ЕДХ спектар на ортоклас
Figure 54. EDX spectrum of ortoklase



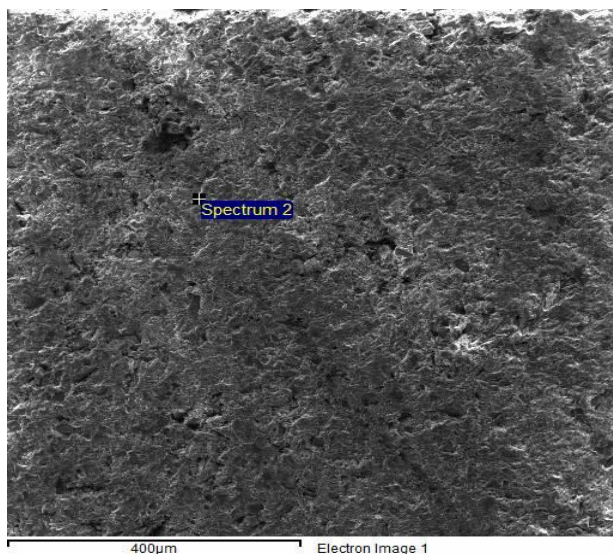
Слика 55. ЕДХ спектар на плагиоклас-албит
Figure 55. EDX spectrum of plagioclase-albite

Табела 7. Хемиски состав на ортоклас и плагиоклас - албит
Table 7. Chemical compound of ortoklase and plagioclase – albite

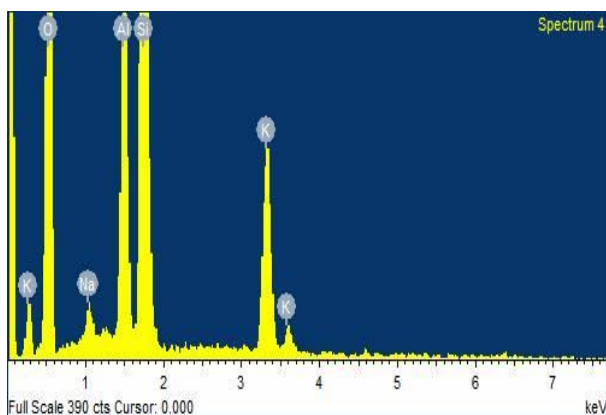
Елемент/ минерал	Ортоклас		Елемент/ минерал	Плагиоклас - албит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	59.76	72.91	O K	61.15	72.61
Na K	1.04	0.89	Na K	7.66	6.33
Al K	8.09	5.85	Al K	8.81	6.20
Si K	24.67	17.14	Si K	20.99	14.20
K K	6.44	3.22	Ca K	1.39	0.66
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



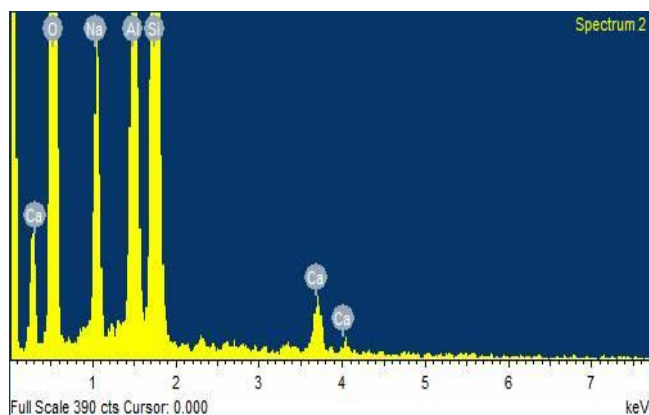
Слика 56. CEM слика на албит
Figure 56. SEM image of albite



Слика 57. CEM слика на плагиоклас-албит
Figure 57. SEM image of plagioclase-albite



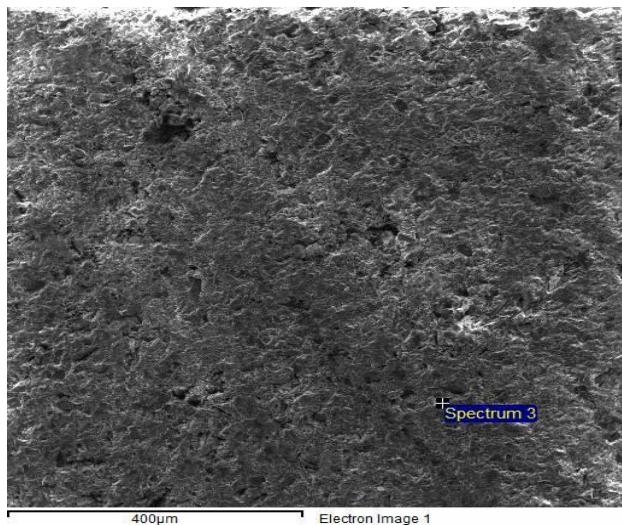
Слика 58. ЕДХ спектар на албит
Figure 58. EDX spectrum of albite



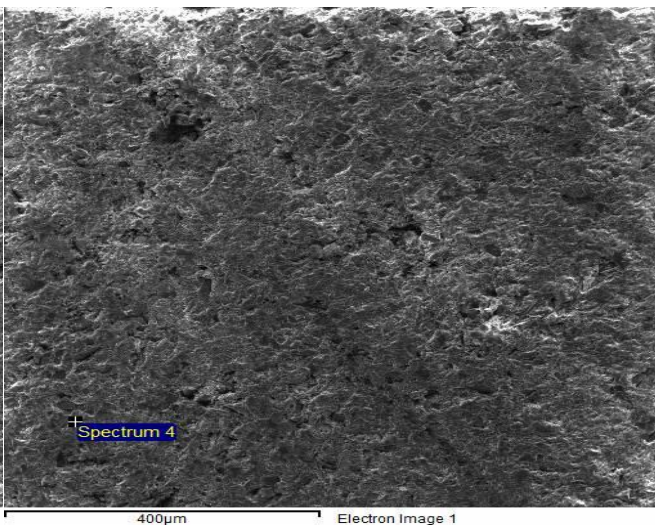
Слика 59. ЕДХ спектар на фелдспат
Figure 59. EDX spectrum of feldspate

Табела 8. Хемиски состав на албит и фелдспат
Table 8. Chemical compound of albite and feldspate

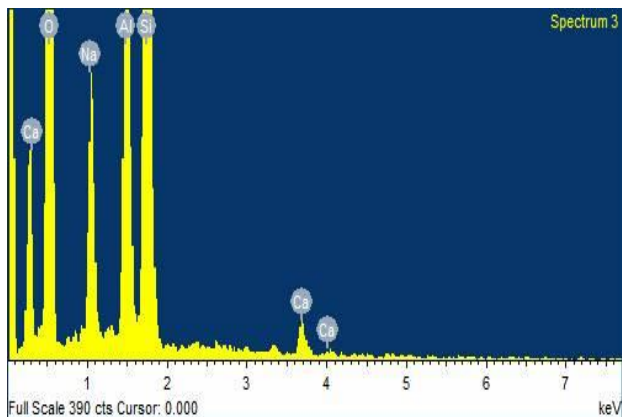
Елемент/ Минерал	албит		Елемент/ минерал	фелдспат	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	63.99	74.85	O K	51.23	65.13
Na K	7.55	6.15	Na K	3.30	2.92
Al K	8.18	5.67	Al K	12.30	9.27
Si K	19.35	12.89	Si K	26.72	19.35
Ca K	0.93	0.43	K K	3.95	2.06
Вкупно	100.00		Ca K	2.50	1.27
			Вкупно	100.00	



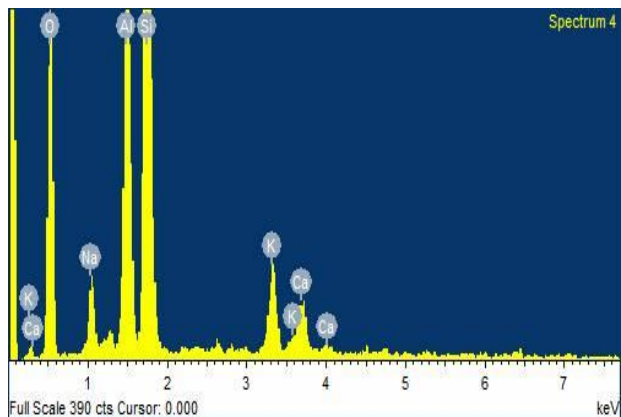
Слика 60. CEM слика на плагиоклас
Figure 60. SEM image of plagioclase



Слика 61. CEM слика на биотит
Figure 61. SEM image of biotite



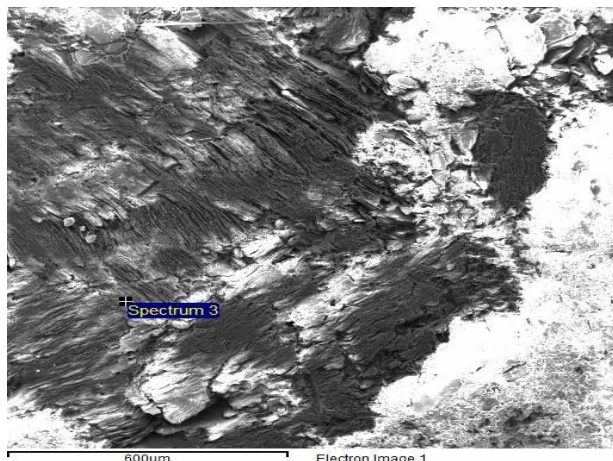
Слика 62. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 62. EDX spectrum of plagioclase



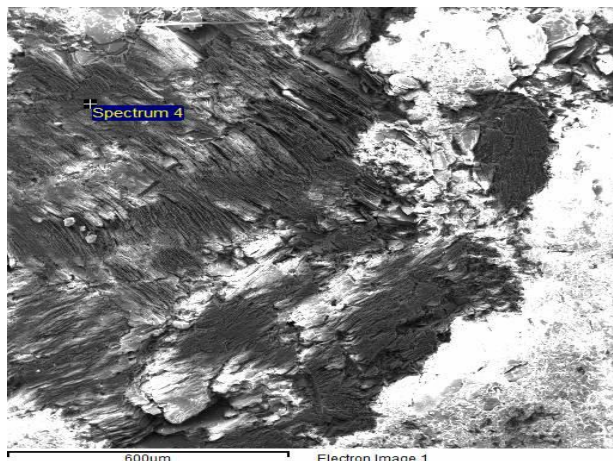
Слика 63. ЕДХ спектар на биотит
Figure 63. EDX spectrum of biotite

Табела 9. Хемиски состав на плагиоклас и биотит
Table 9. Chemical compound of plagioclase and biotite

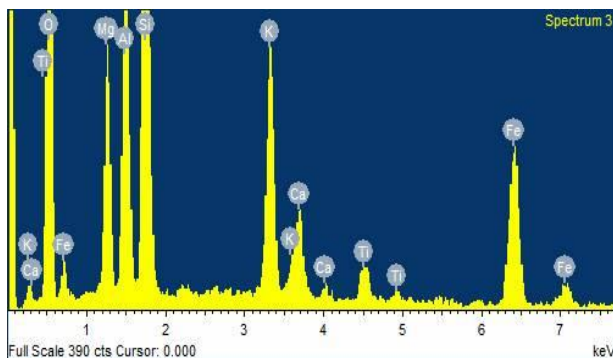
Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минерал t	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	50.32	64.56	O K	50.31	67.34
Na K	4.49	4.01	Mg K	5.95	5.24
Al K	9.80	7.45	Al K	8.04	6.38
Si K	27.84	20.35	Si K	16.24	12.38
K K	1.21	0.64	K K	6.66	3.65
Ca K	4.58	2.35	Ti K	1.52	0.68
Fe K	1.77	0.65	Fe K	11.29	4.33
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



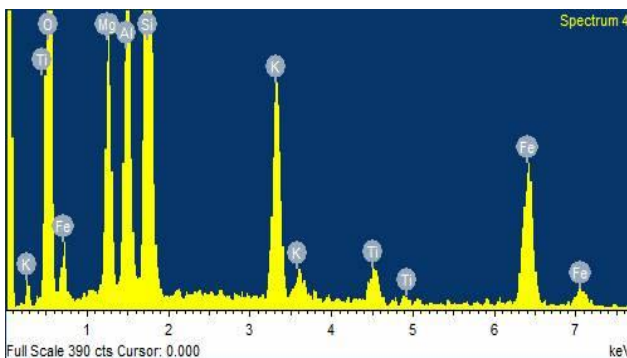
Слика 64. СЕМ слика на аугит
Figure 64. SEM image of augite



Слика 65. СЕМ слика на биотит
Figure 65. SEM image of biotite



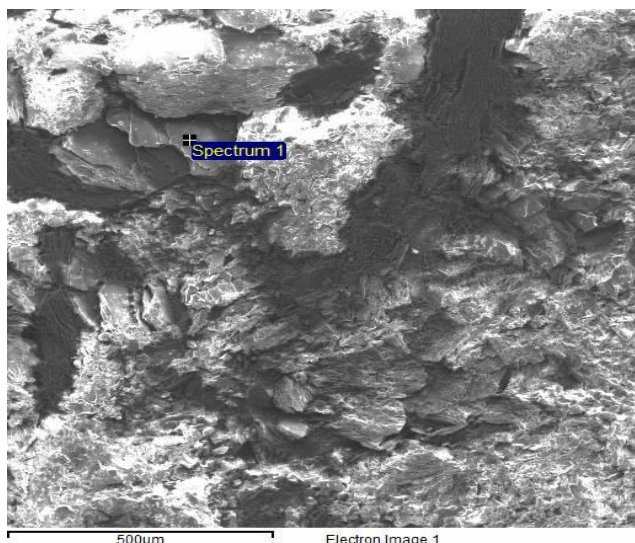
Слика 66. ЕДХ спектар на аугит
Figure 66. EDX spectrum of augite



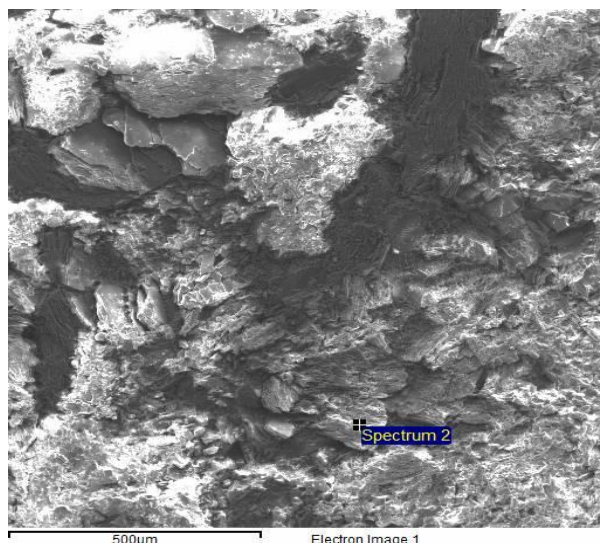
Слика 67. ЕДХ спектар на биотит
Figure 67. EDX spectrum of biotite

Табела 10. Хемиски состав на аугит и биотит
Table 10. Chemical compound of augite and biotite

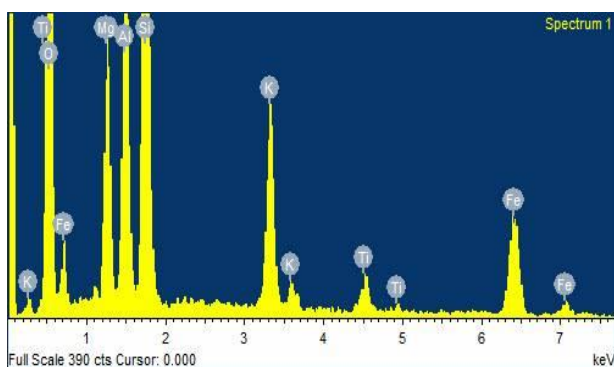
Елемент/ Минерал	аугит		Елемент/ Минерал t	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	49.57	67.36	O K	49.90	67.07
Mg K	5.64	5.04	Mg K	6.62	5.85
Al K	6.74	5.43	Al K	7.40	5.89
Si K	15.14	11.72	Si K	16.09	12.32
K K	6.37	3.54	K K	6.50	3.57
Ca K	2.37	1.29	Ti K	1.55	0.70
Ti K	1.57	0.71	Fe K	11.95	4.60
Fe K	12.59	4.90	Вкупно	100.00	
Вкупно	100.00				



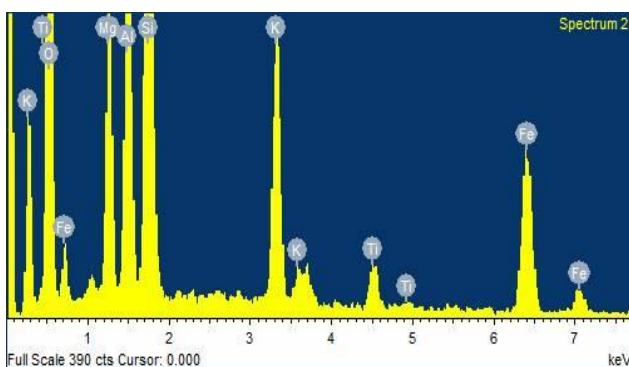
Слика 68. CEM слика на биотит
Figure 68. SEM image of biotite



Слика 69. CEM слика на аугит
Figure 69. SEM image of augite



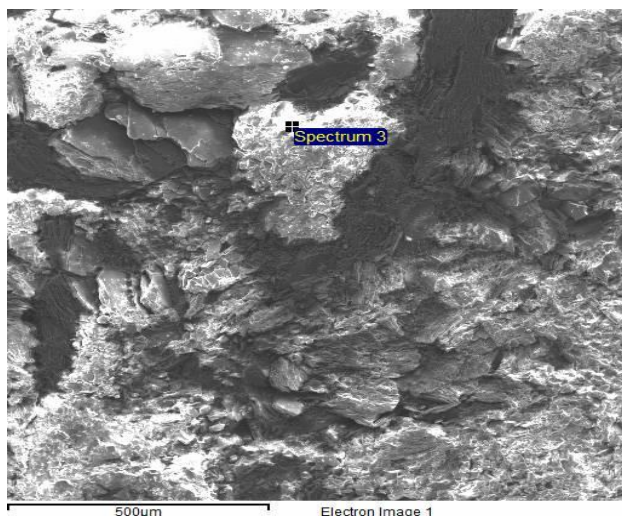
Слика 70. ЕДХ спектар на биотит
Figure 70. EDX spectrum of biotite



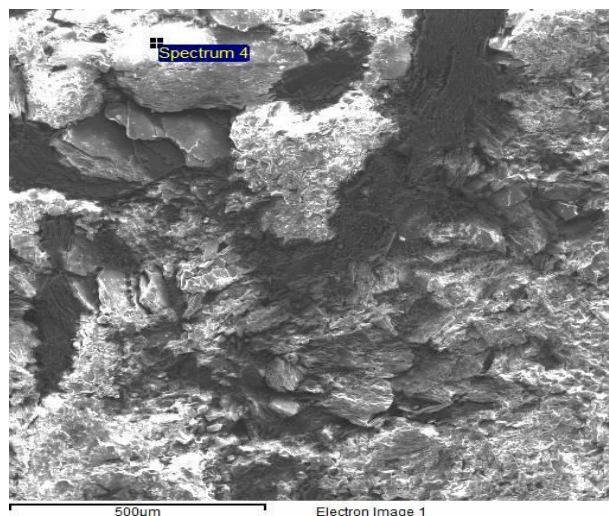
Слика 71. ЕДХ спектар на аугит
Figure 71. EDX spectrum of augite

Табела 11. Хемиски состав на биотит и аугит
Table 11. Chemical compound of biotite and augite

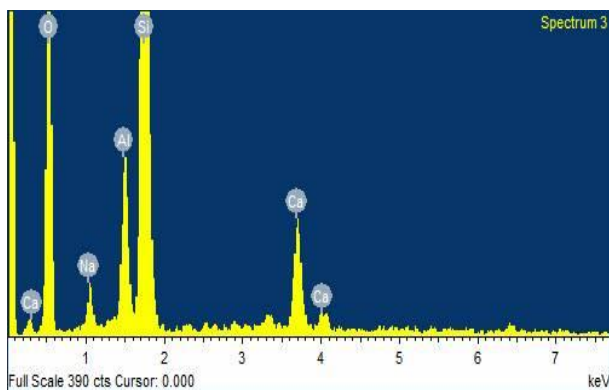
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минералт	аугит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	54.72	70.50	O K	49.36	66.37
Mg K	6.17	5.24	Mg K	6.54	5.79
Al K	7.52	5.74	Al K	7.67	6.12
Si K	16.16	11.86	Si K	17.19	13.16
K K	5.60	2.95	K K	6.29	3.46
Ti K	1.33	0.57	Ti K	1.69	0.76
Fe K	8.49	3.13	Fe K	11.27	4.34
Вкупно	100.00		Вкупно	100.00	



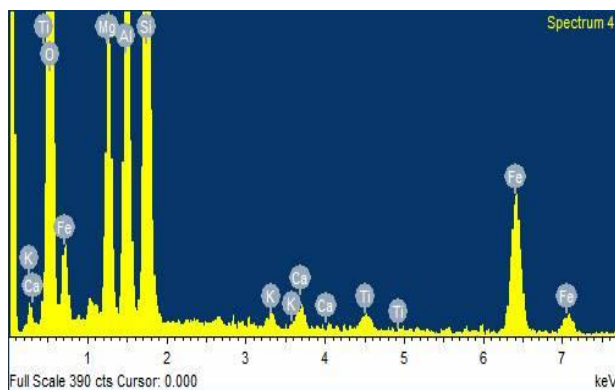
Слика 72. CEM слика на плагиоклас
Figure 72. SEM image of plagioclase



Слика 73. CEM слика на биотит
Figure 73. SEM image of biotite



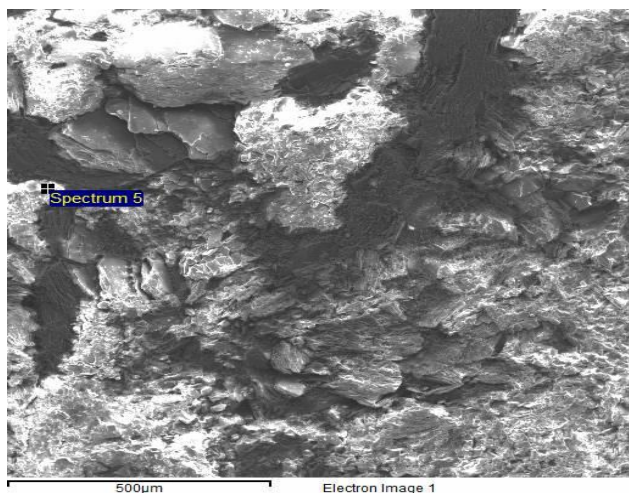
Слика 74. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 74. EDX spectrum of plagioclase



Слика 75. ЕДХ спектар на биотит
Figure 75. EDX spectrum of biotite

Табела 12. Хемиски состав на плагиоклас и биотит
Table 12. Chemical compound of plagioclase and biotite

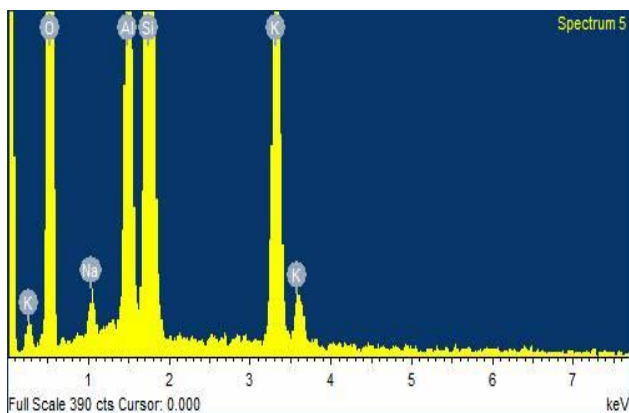
Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минералт	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	55.74	69.34	O K	60.72	75.17
Na K	1.80	1.56	Mg K	6.87	5.60
Al K	3.87	2.86	Al K	8.26	6.06
Si K	33.43	23.69	Si K	12.65	8.92
Ca K	5.15	2.56	K K	0.40	0.20
Вкупно	100.00		Ca K	0.54	0.27
			Ti K	0.55	0.23
			Fe K	10.03	3.56
			Вкупно	100.00	



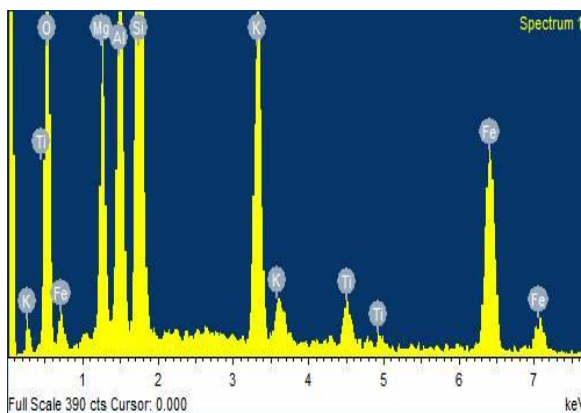
Слика 76. СЕМ слика на микроклин
Figure 76. SEM image of microcline



Слика 77. СЕМ слика на биотит
Figure 77. SEM image of biotite



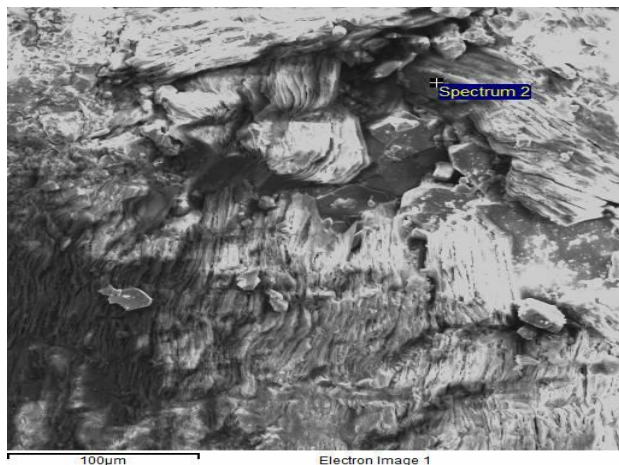
Слика 78. ЕДХ спектар на микроклин
Figure 78. EDX spectrum of microcline



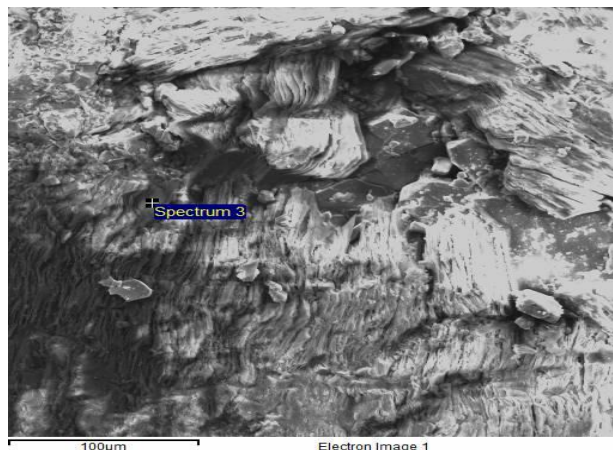
Слика 79. ЕДХ спектар на биотит
Figure 79. EDX spectrum of biotite

Табела 13. Хемиски состав на микроклин и биотит
Table 13. Chemical compound of microcline and biotite

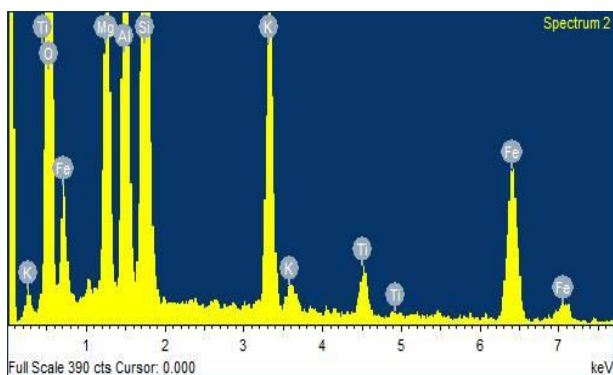
Елемент/ Минерал	микроклин		Елемент/ Минералт	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	56.84	70.83	O K	40.81	59.14
Na K	0.87	0.76	Mg K	6.40	6.11
Al K	7.75	5.73	Al K	7.89	6.77
Si K	25.36	18.00	Si K	18.66	15.41
K K	9.18	4.68	K K	8.78	5.21
Вкупно	100.00		Ti K	1.77	0.86
			Fe K	15.68	6.51
			Вкупно	100.00	



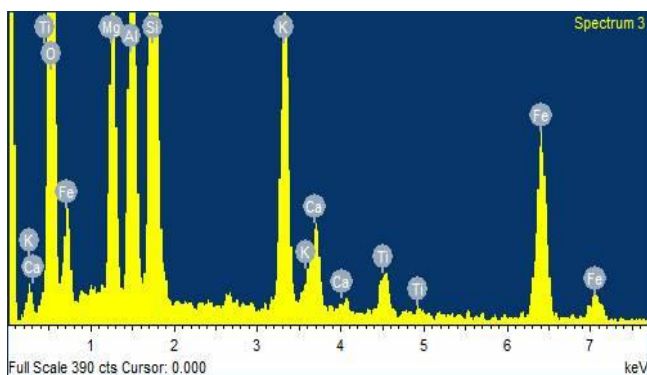
Слика 80.. SEM слика на биотит
Figure 80. SEM image of biotite



Слика 81.. SEM слика на биотит
Figure 81. SEM image of biotite



Слика 82. ЕДХ спектар на биотит
Figure 82. EDX spectrum of biotite



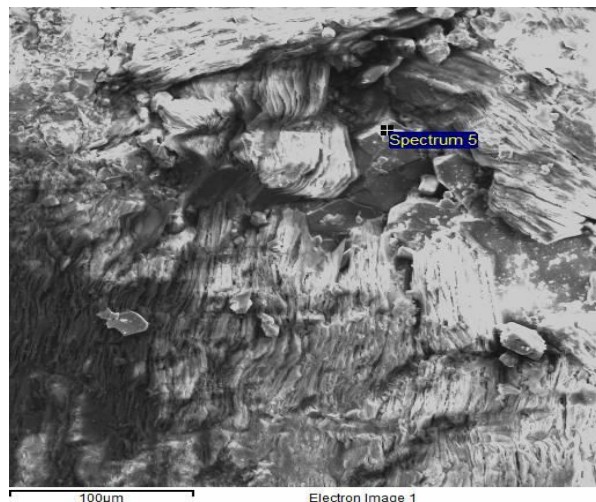
Слика 83. ЕДХ спектар на биотит
Figure 83. EDX spectrum of biotite

Табела 14. Хемиски состав на биотит
Table 14. Chemical compound of biotite

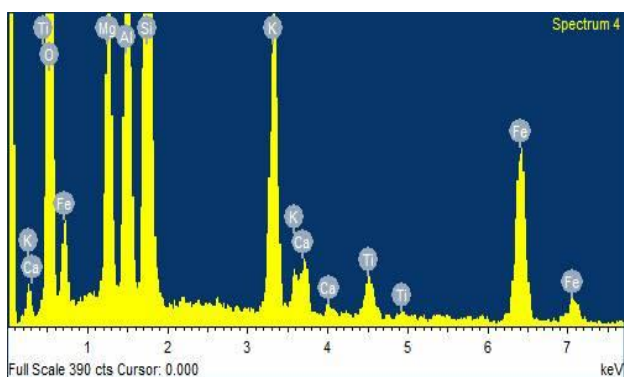
Елемент/ Минерал	БИОТИТ		Елемент/ Минерал	БИОТИТ	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	56.91	72.30	O K	55.40	71.60
Mg K	6.06	5.06	Mg K	5.81	4.95
Al K	7.35	5.54	Al K	6.88	5.27
Si K	14.94	10.81	Si K	14.13	10.41
K K	5.38	2.80	K K	5.56	2.94
Ti K	1.25	0.53	Ca K	1.67	0.86
Вкупно	100,00		Ti K	1.19	0.51
			Fe K	9.35	3.46
			Вкупно	100,00	



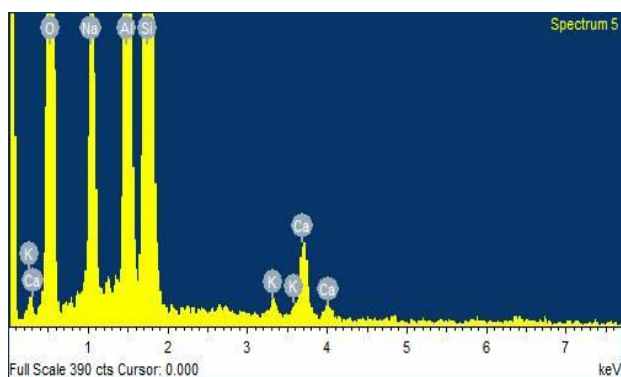
Слика 84.. СЕМ слика на биотит
Figure 84. SEM image of biotite



Слика 85.. СЕМ слика на биотит
Figure 85. SEM image of biotite



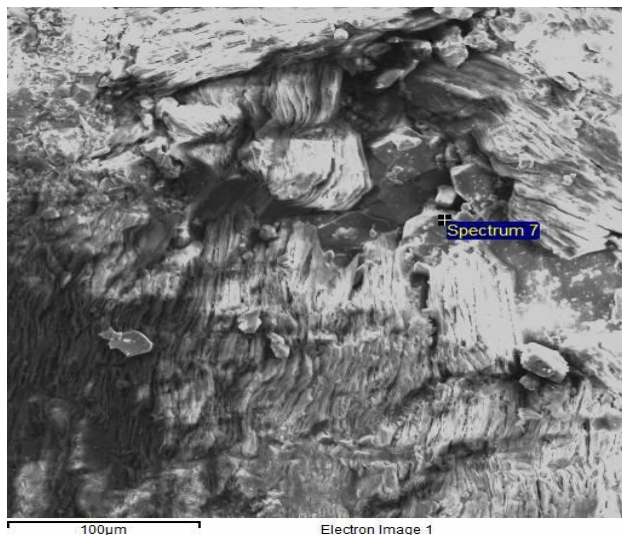
Слика 86. ЕДХ спектар на биотит
Figure 86. EDX spectrum of biotite



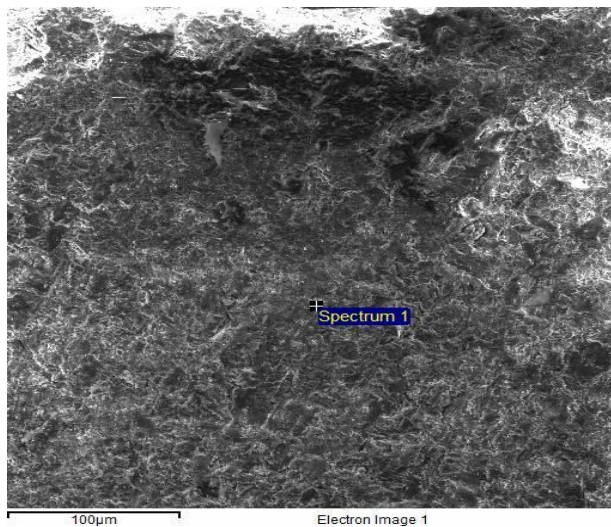
Слика 87. ЕДХ спектар на биотит
Figure 87. EDX spectrum of biotite

Табела 15. Хемиски состав на биотит
Table 15. Chemical compound of biotite

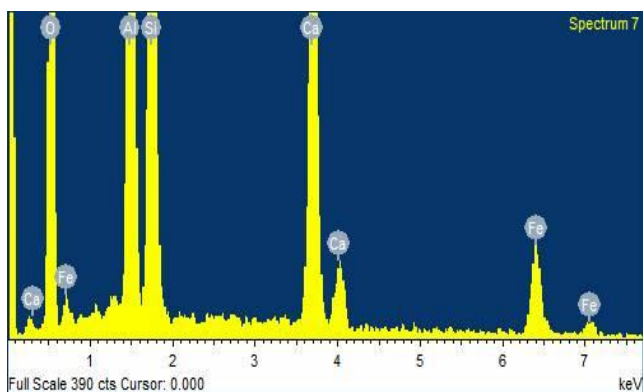
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	54.42	70.68	O K	60.74	72.39
Mg K	6.10	5.21	Na K	7.06	5.86
Al K	6.89	5.31	Al K	8.61	6.08
Si K	15.07	11.15	Si K	21.89	14.86
K K	5.70	3.03	K K	0.28	0.14
Ca K	1.05	0.55	Ca K	1.42	0.67
Ti K	1.14	0.49	Вкупно	100,00	
Fe K	9.62	3.58			
Вкупно	100,00				



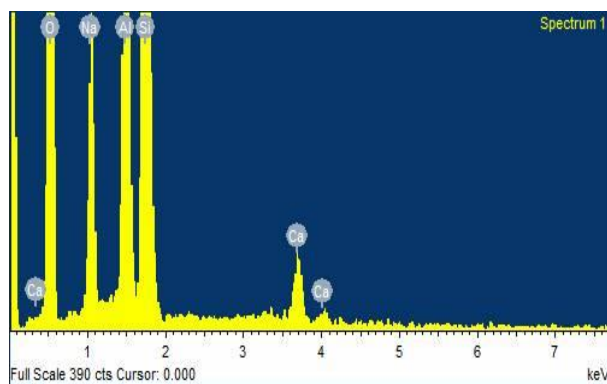
Слика 88.. СЕМ слика на епидот
Figure 88. SEM image of epidote



Слика 89.. СЕМ слика на плагиоклас
Figure 89. SEM image of plagioclase



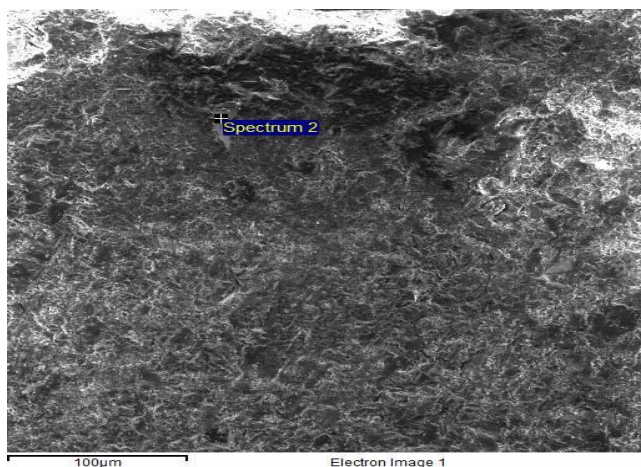
Слика 90. ЕДХ спектар на епидотот
Figure 90. EDX spectrum of epidote



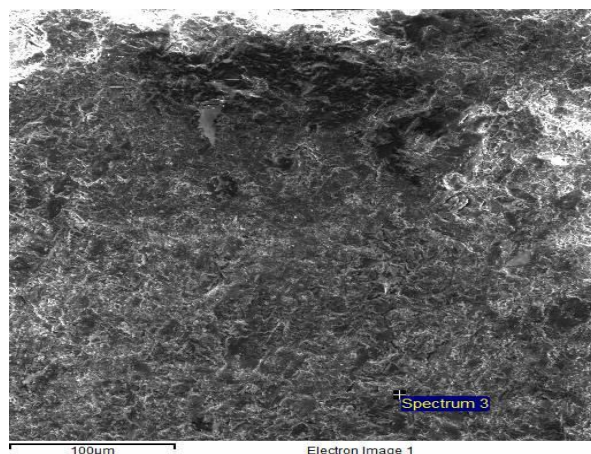
Слика 91. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 91. EDX spectrum of plagioclase

Табела 16. Хемиски состав на епидот и плагиоклас
Table 16. Chemical compound of epidote and plagioclase

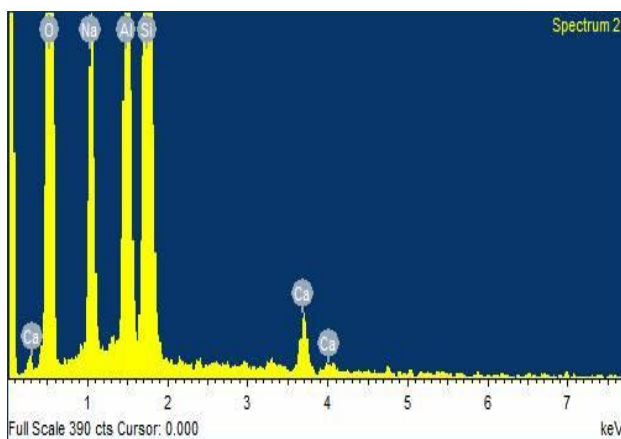
Елемент/ Минерал	епидот		Елемент/ Минерал	плагиоклас	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
О K	53.22	69.72	О K	57.87	70.00
Al K	11.76	9.14	Na K	6.69	5.63
Si K	16.50	12.31	Al K	9.70	6.96
Ca K	12.75	6.67	Si K	24.13	16.63
Fe K	5.76	2.16	Ca K	1.61	0.78
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



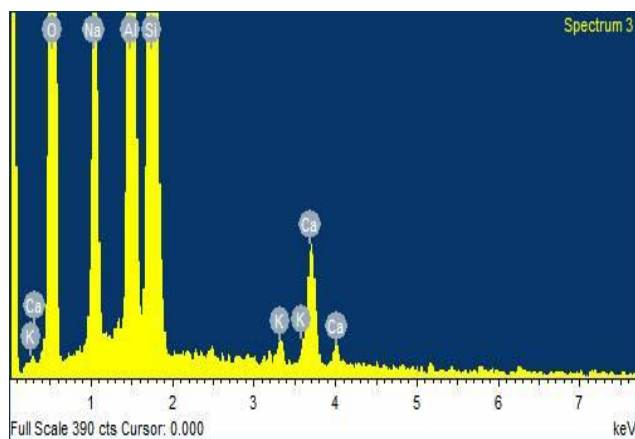
Слика 92.. СЕМ слика на плагиоклас
Figure 92. SEM image of plagioclase



Слика 93.. СЕМ слика на плагиоклас
Figure 93. SEM image of plagioclase



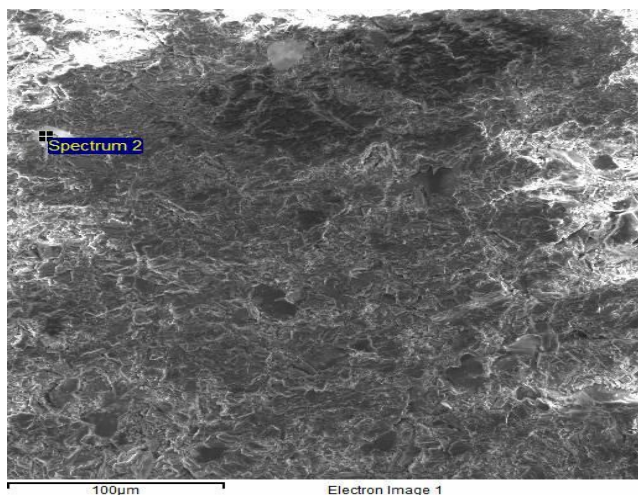
Слика 94. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 94. EDX spectrum of plagioclase



Слика 95. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 95. EDX spectrum of plagioclase

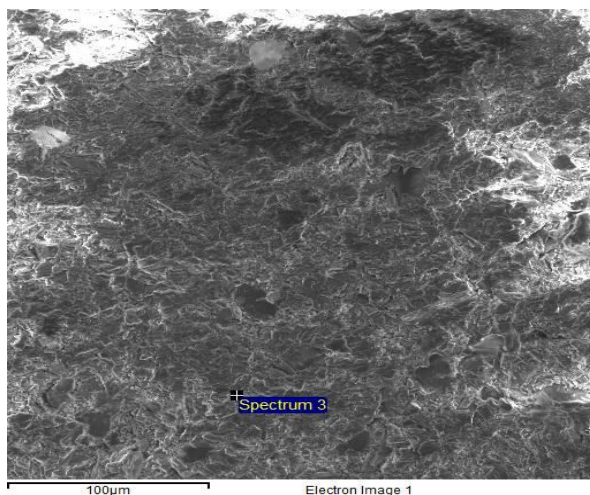
Табела 17. Хемиски состав на епидот и плагиоклас
Table 17. Chemical compound of epidote and plagioclase

Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минерал	плагиоклас	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	61.52	72.90	O K	56.38	68.82
Na K	7.72	6.37	Na K	6.66	5.66
Al K	8.42	5.91	Al K	9.90	7.17
Si K	21.05	14.21	Si K	24.83	17.27
Ca K	1.29	0.61	K K	0.30	0.15
Вкупно	100,00		Ca K	1.93	0.94
			Вкупно	100,00	



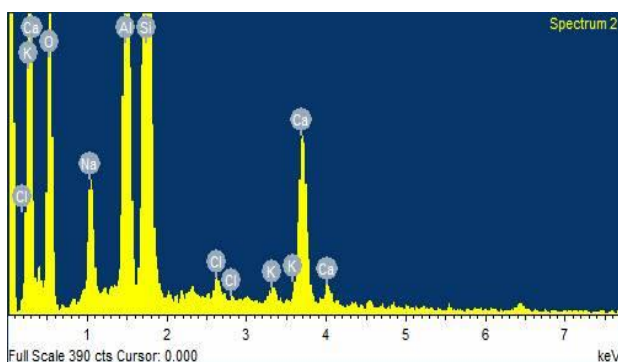
Слика 96.. SEM слика на плагиоклас и плагиоклас

Figure 96. SEM image of plagioclase and plagioclase



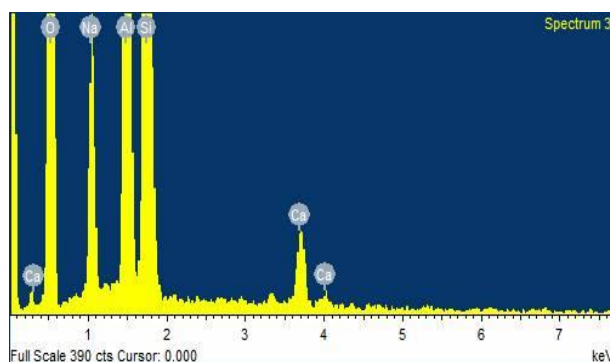
Слика 97.. SEM слика на плагиоклас и плагиоклас

Figure 97. SEM image of plagioclase and plagioclase



Слика 98. ЕДХ спектар на плагиоклас

Figure 98. EDX spectrum of plagioclase



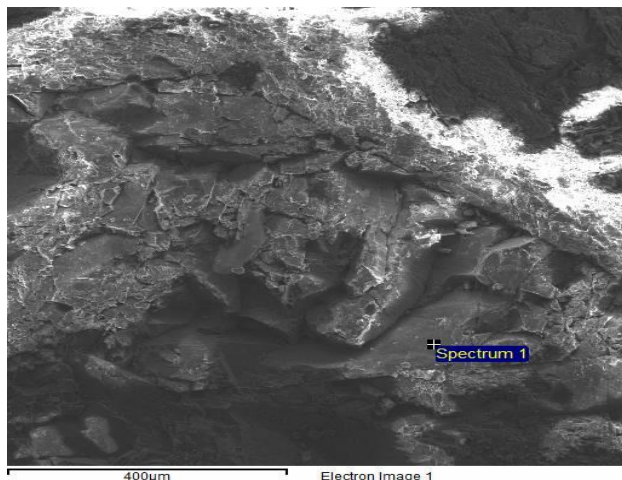
Слика 99. ЕДХ спектар на плагиоклас

Figure 99. EDX spectrum of plagioclase

Табела 18. Хемиски состав на плагиоклас и плагиоклас

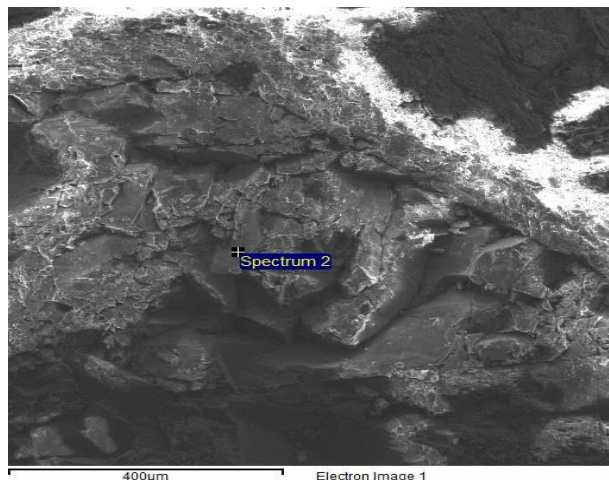
Table 18. Chemical compound of plagioclase and plagioclase

Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минерал	плагиоклас	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	44.43	58.86	O K	57.56	69.85
Na K	4.43	4.08	Na K	6.27	5.29
Al K	12.77	10.03	Al K	9.09	6.54
Si K	29.54	22.29	Si K	25.14	17.38
Cl K	0.80	0.48	Ca K	1.93	0.94
K K	0.59	0.32	Вкупно	100,00	
Ca K	7.45	3.94			
Вкупно	100,00				



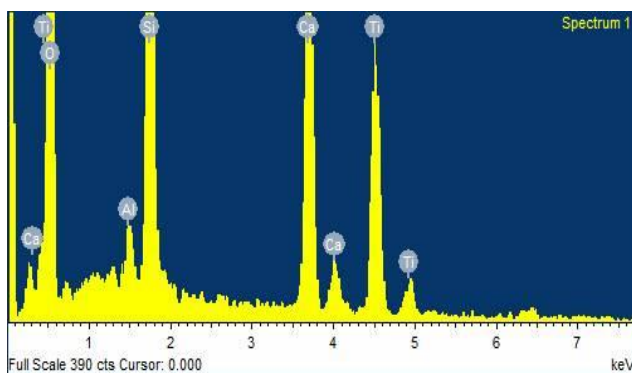
Слика 100.. СЕМ слика на плагиоклас и плагиоклас

Figure 100. SEM image of plagioclase and plagioclase



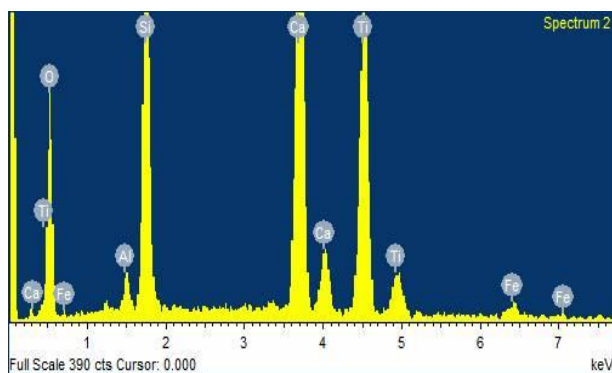
Слика 101.. СЕМ слика на плагиоклас и плагиоклас

Figure 101. SEM image of plagioclase and plagioclase



Слика 102. ЕДХ спектар на плагиоклас и аугит

Figure 102. EDX spectrum of plagioclase and augite



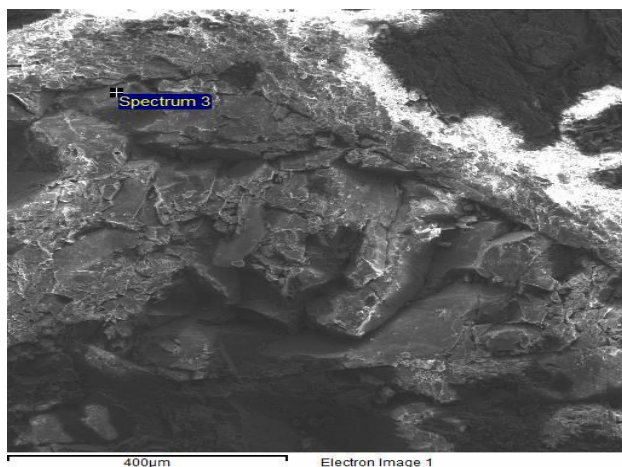
Слика 103. ЕДХ спектар на плагиоклас и аугит

Figure 103. EDX spectrum of plagioclase and augite

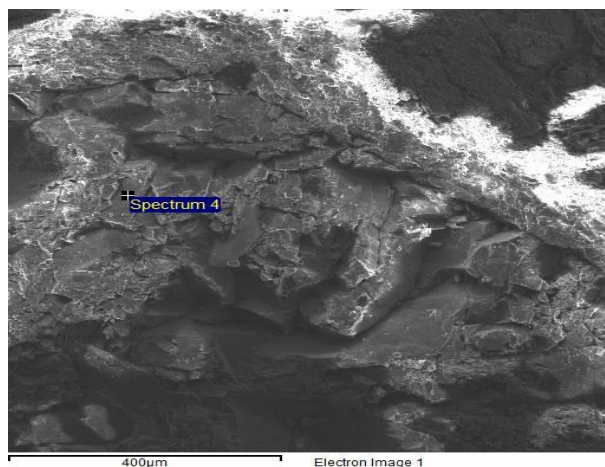
Табела 19. Хемиски состав на плагиоклас и аугит

Table 19. Chemical compound of plagioclase and augite

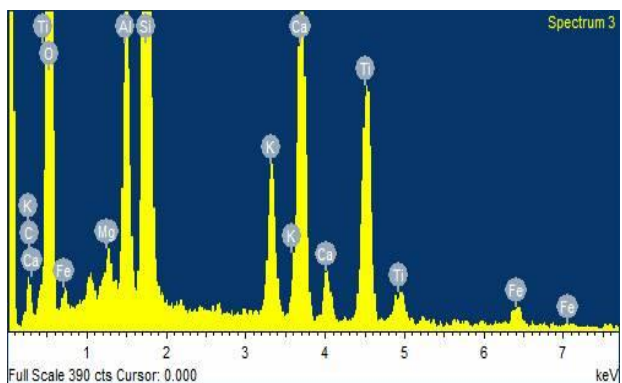
Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минерал	аугит	
	Тежински %	Атомски %		Weight%	Atomic%
O K	69.94	83.84	O K	49.79	70.77
Al K	0.79	0.56	Al K	0.89	0.75
Si K	11.18	7.64	Si K	10.22	8.27
Ca K	9.14	4.37	Ca K	18.61	10.56
Ti K	8.95	3.58	Ti K	19.33	9.18
Вкупно	100,00		Fe K	1.17	0.47
			Вкупно	100,00	



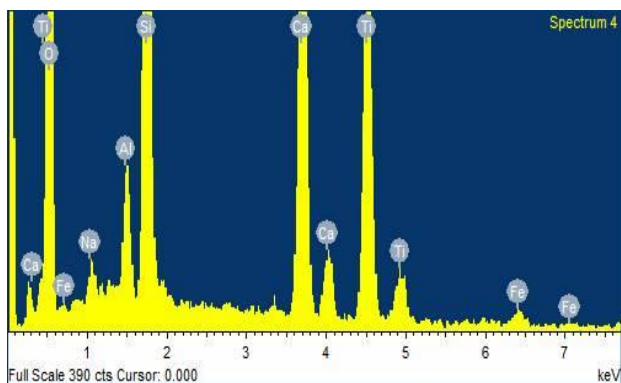
Слика 104.. СЕМ слика на титанит
Figure 104. SEM image of titanite



Слика 105.. СЕМ слика на титанит
Figure 105. SEM image of titanite



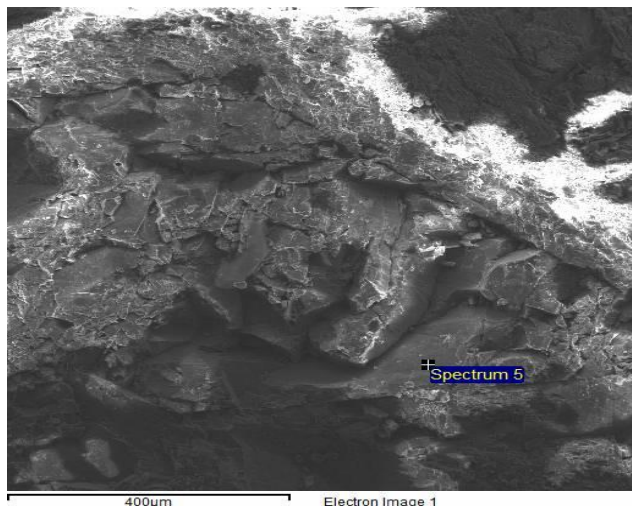
Слика 106. ЕДХ спектар на титанит
Figure 106. EDX spectrum titanite



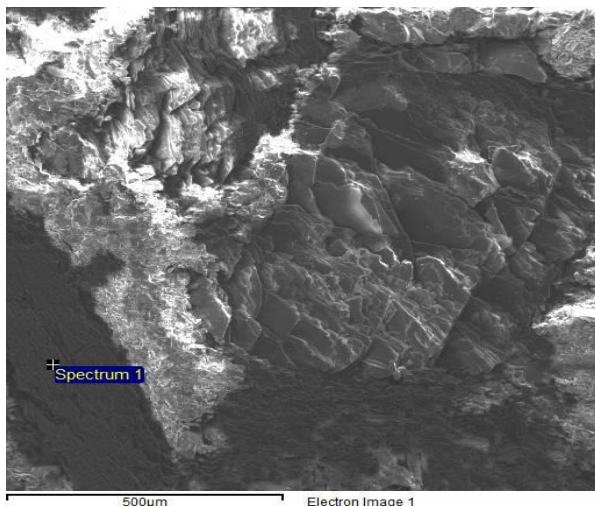
Слика 107. ЕДХ спектар на титанит
Figure 107. EDX spectrum of titanite

Табела 20. Хемиски состав на титанит
Table 20. Chemical compound of titanite

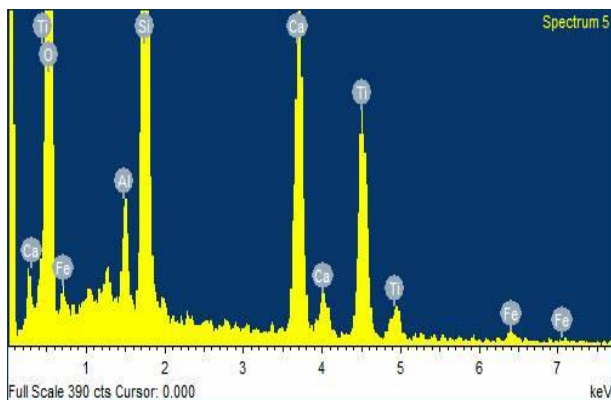
Елемент/ Минерал	титанит		Елемент/ Минерал	титанит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
С К	-2.66	-4.39	О К	61.34	77.86
О К	67.42	83.51	Na К	0.87	0.77
Mg К	0.50	0.41	Al К	1.64	1.23
Al К	3.45	2.53	Si К	13.30	9.62
Si К	14.64	10.33	Ca К	10.65	5.39
K К	2.38	1.21	Ti К	11.40	4.84
Ca К	6.82	3.37	Fe К	0.80	0.29
Ti К	6.55	2.71	Вкупно	100,00	
Fe К	0.90	0.32			
Вкупно	100,00				



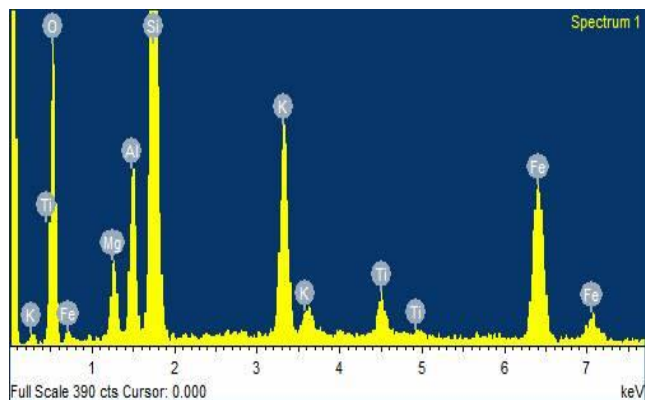
Слика 108.. CEM слика на аугит и биотит
Figure 108. SEM image of augite and biotite



Слика 109.. CEM слика на аугит и биотит
Figure 109. SEM image of augite and biotite



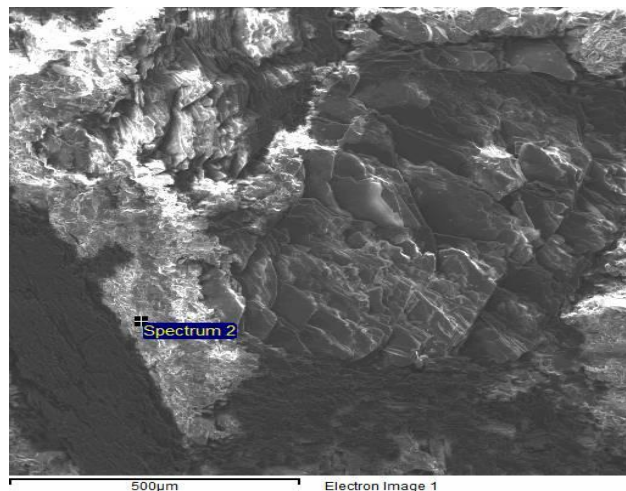
Слика 110. ЕДХ спектар на аугит и биотит
Figure 110. EDX spectrum augite and biotite



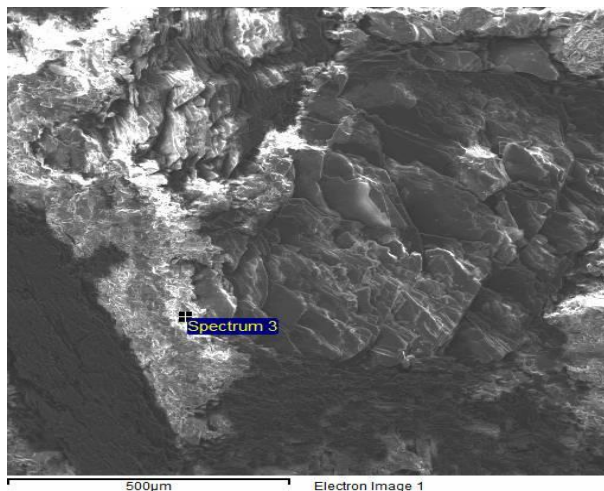
Слика 111. ЕДХ спектар на аугит и биотит
Figure 111. EDX spectrum augite and biotite

Табела 21. Хемиски состав на аугит и биотит
Table 21. Chemical compound of augite and biotite

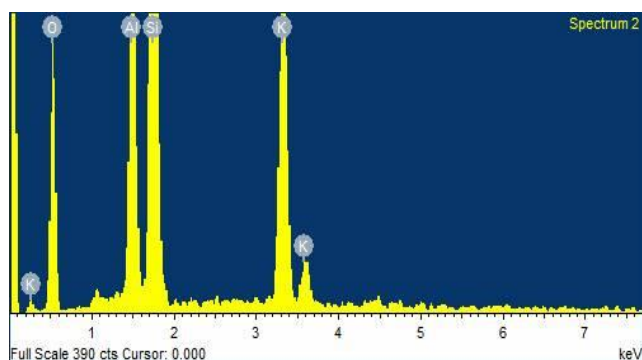
Елемент/ Минерал	аугит		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	71.57	84.56	O K	40.22	59.68
Al K	1.53	1.07	Mg K	2.73	2.67
Si K	11.49	7.74	Al K	4.95	4.35
Ca K	7.60	3.58	Si K	22.50	19.02
Ti K	7.29	2.88	K K	8.46	5.13
Fe K	0.52	0.18	Ti K	2.26	1.12
Вкупно	100,00		Fe K	18.89	8.03
			Вкупно	100,00	



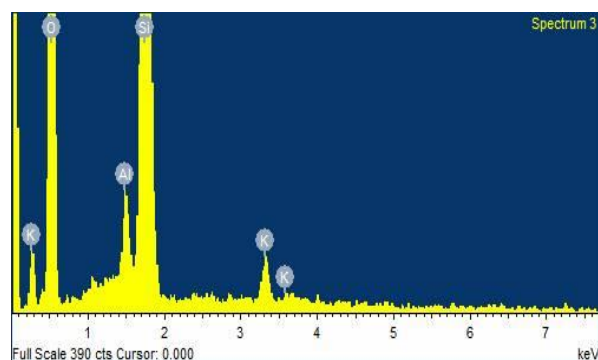
Слика 112.. CEM слика на микроклин и кварц
Figure 112. SEM image of augite and biotite



Слика 113.. CEM слика на на микроклин и кварц
Figure 113. SEM image of augite and biotite



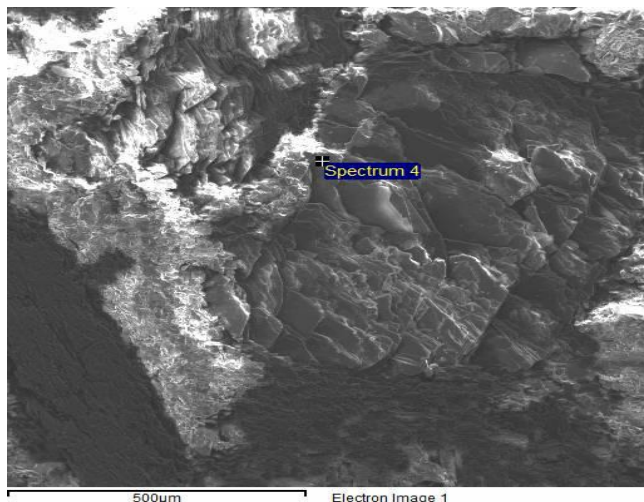
Слика 114. ЕДХ спектар на микроклин и кварц
Figure 114. EDX spectrum of microcline and quartz



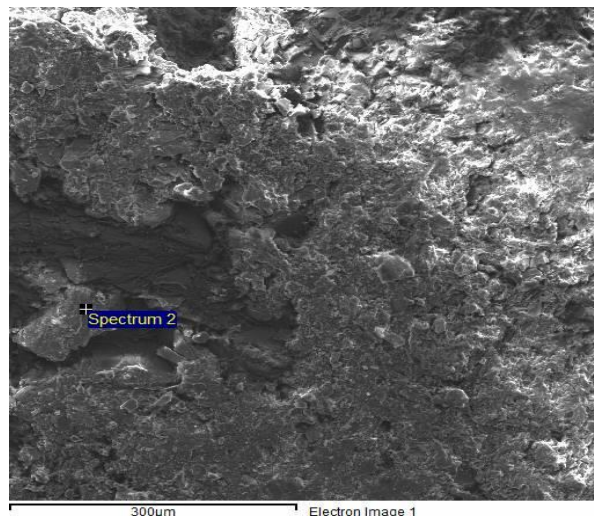
Слика 115. ЕДХ спектар на микроклин и кварц
Figure 115. EDX spectrum of microcline and quartz

Табела 22. Хемиски состав на микроклин и кварц
Table 22. Chemical compound of microcline and quartz

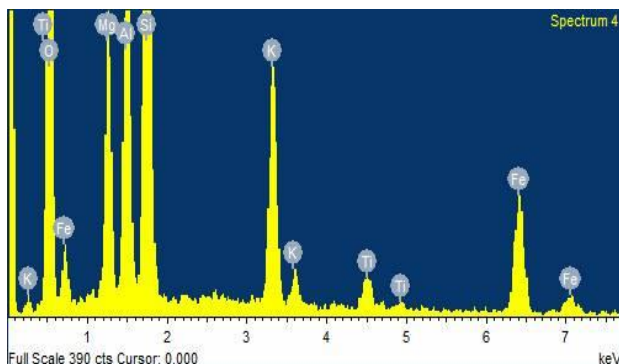
Елемент/ Минерал	микроклин		Елемент/ Минерал	кварц	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	44.34	60.16	O K	57.91	70.84
Al K	8.75	7.04	Al K	0.97	0.71
Si K	31.01	23.97	Si K	40.14	27.97
K K	15.91	8.83	K K	0.97	0.49
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



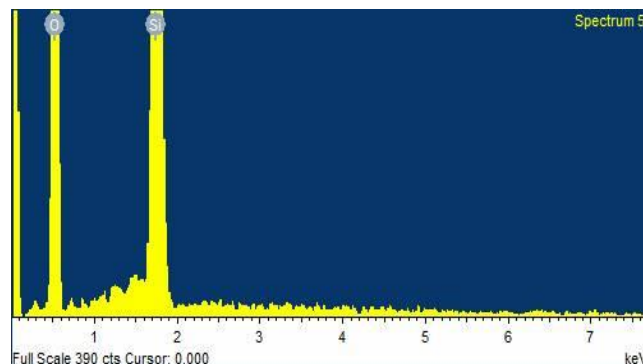
Слика116.. СЕМ слика биотит и кварц
Figure 116. SEM image of biotite and quarz



Слика117.. СЕМ слика биотит и кварц
Figure 117. SEM image of biotite and quarz



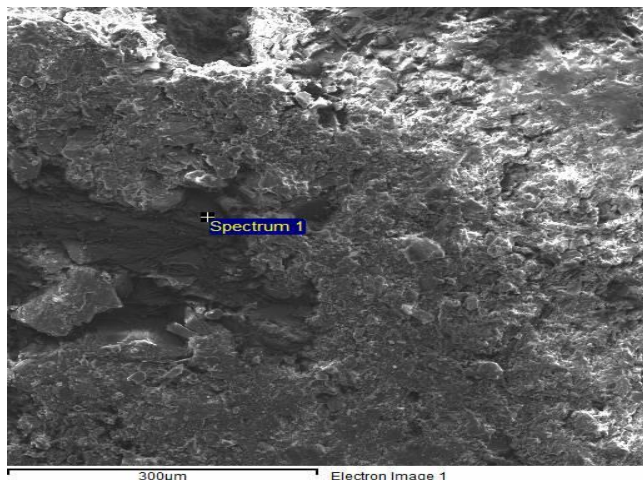
Слика 110. ЕДХ спектар на биотит и кварц
Figure 110. EDX spectrum of biotite and quarz



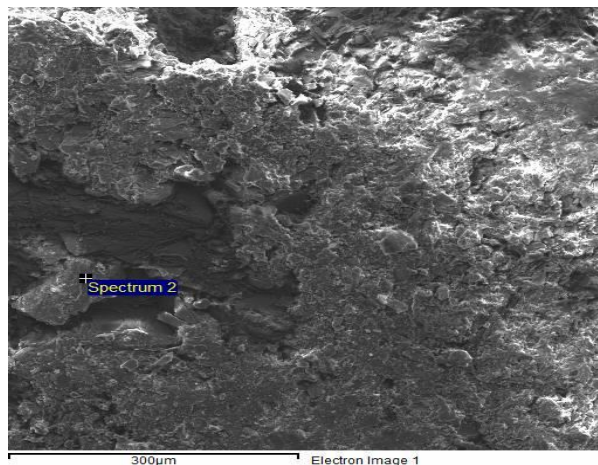
Слика 110. ЕДХ спектар на биотит и кварц
Figure 110. EDX spectrum of biotite and quarz

Табела 23. Хемиски состав на биотит и кварц
Table 23. Chemical compound of biotiteand quarz

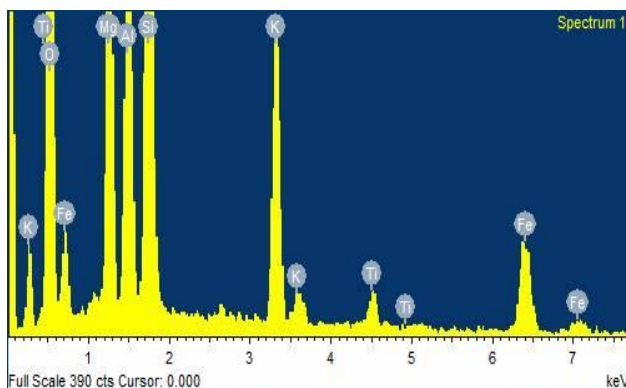
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минерал	кварц	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	52.82	69.00	O K	59.06	71.69
Mg K	6.32	5.43	Si K	40.94	28.31
Al K	7.64	5.92	Вкупно	100,00	
Si K	16.56	12.32			
K K	6.37	3.40			
Ti K	1.23	0.54			
Fe K	9.07	3.39			
Вкупно	100,00				



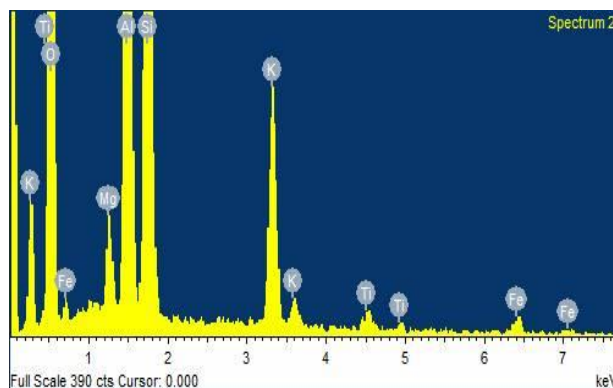
Слика120.. СЕМ слика биотит и мусковит
Figure 120. SEM image of biotite and muscovite



Слика121.. СЕМ слика биотит и мусковит
Figure 121. SEM image of biotite and muscovite



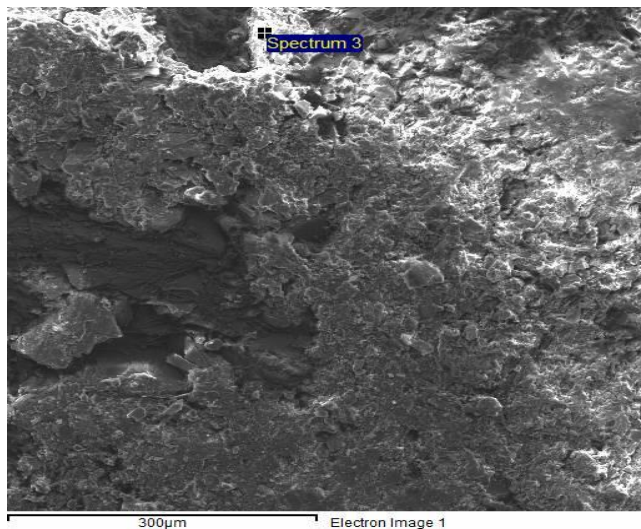
Слика 122. ЕДХ спектар на биотит и мусковит
Figure 122. EDX spectrum of biotite and muscovite



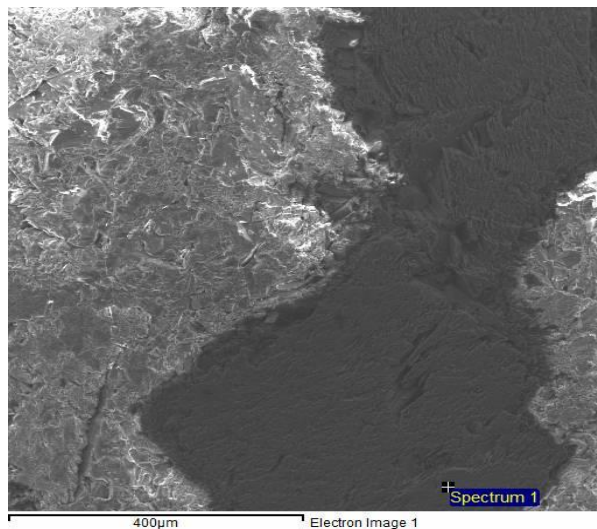
Слика 123. ЕДХ спектар на биотит и мусковит
Figure 123. EDX spectrum of biotite and muscovite

Табела 24. Хемиски состав на биотит и мусковит
Table 24. Chemical compound of biotiteand muscovite

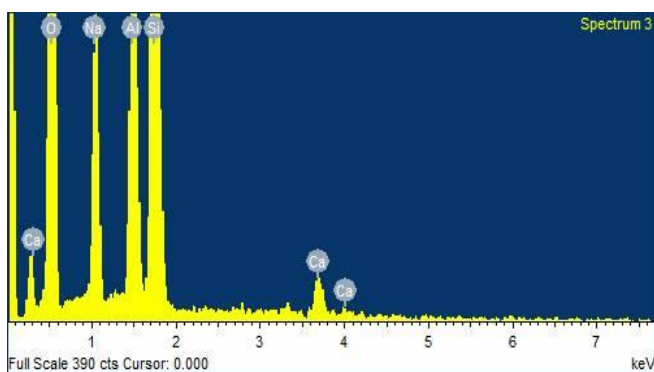
Елемент/ Минерал	Биотит		Елемент/ Минерал	мусковит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	57.07	71.53	O K	59.34	72.74
Mg K	7.69	6.34	Mg K	1.74	1.41
Al K	7.61	5.66	Al K	12.62	9.17
Si K	15.75	11.25	Si K	18.92	13.21
K K	5.96	3.06	K K	5.55	2.79
Ti K	0.90	0.38	Ti K	0.67	0.27
Fe K	5.01	1.80	Fe K	1.16	0.41
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



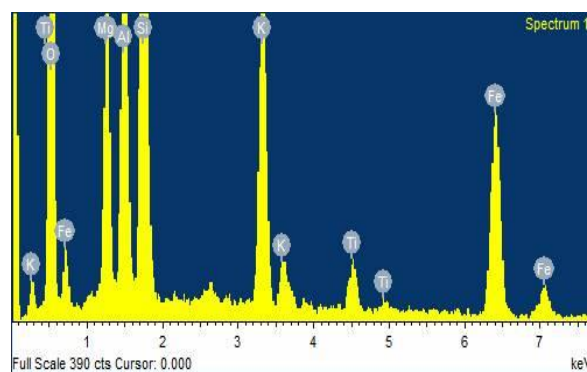
Слика124.. SEM слика на албит и биотит
Figure 124. SEM image of albite and biotite



Слика125.. SEM слика на албит и биотит
Figure 125. SEM image of albite and biotite



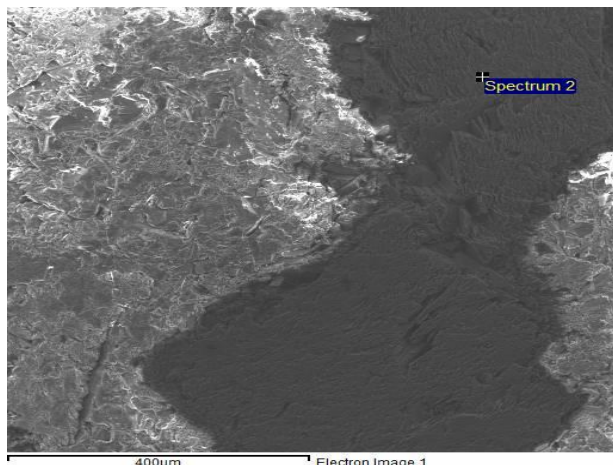
Слика 126. ЕДХ спектар на албит и биотит
Figure 126. EDX spectrum of albite and biotite



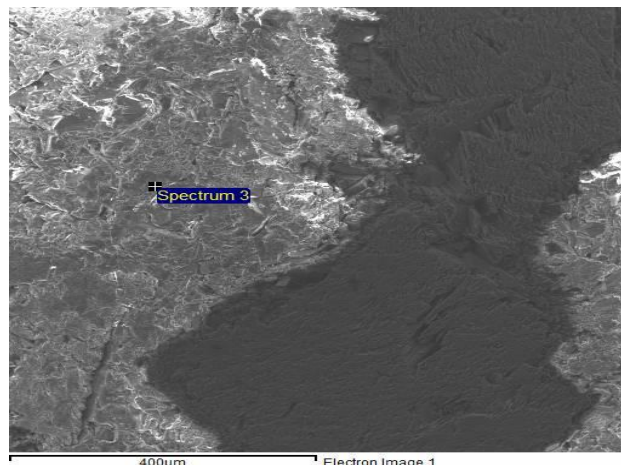
Слика 127. ЕДХ спектар на албит и биотит
Figure 127. EDX spectrum of albite and biotite

Табела 25. Хемиски состав на албит и биотит
Table 25. Chemical compound of albite and biotite

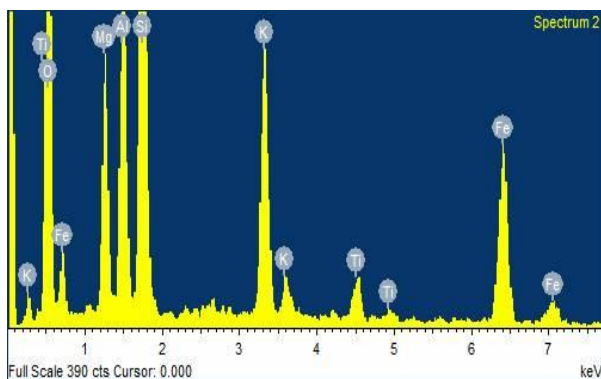
Елемент/ Минерал	албит		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	62.61	73.71	O K	47.37	65.09
Na K	7.94	6.51	Mg K	6.43	5.81
Al K	8.50	5.93	Al K	7.38	6.01
Si K	19.97	13.39	Si K	16.47	12.89
Ca K	0.98	0.46	K K	7.64	4.29
Вкупно	100,00		Ti K	1.69	0.78
			Fe K	13.02	5.13
			Вкупно	100,00	



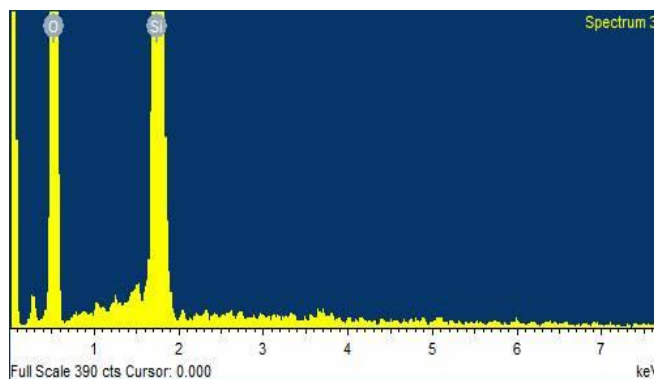
Слика128.. СЕМ слика на биотит и кварц
Figure 128. SEM image of biotite and quarz



Слика129.. СЕМ слика на биотит и кварц
Figure 129. SEM image of biotite and quarz



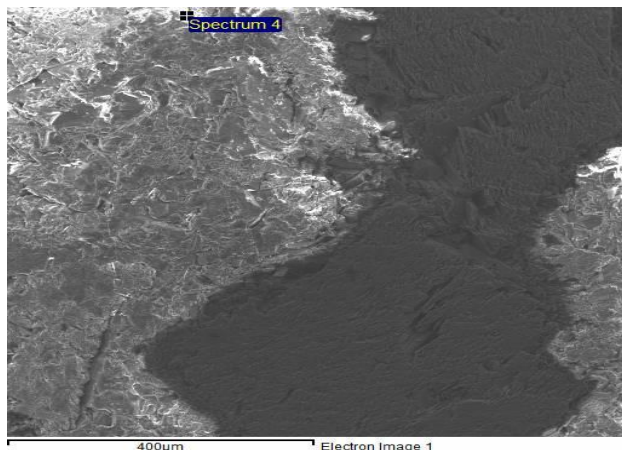
Слика 130. ЕДХ спектар на биотит и кварц
Figure 130. EDX spectrum of albite and biotite



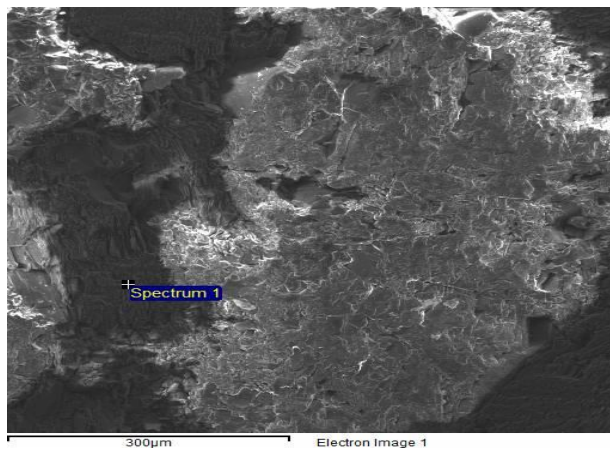
Слика 131. ЕДХ спектар на биотит и кварц
Figure 131. EDX spectrum of albite and biotite

Табела 26. Хемиски состав биотит и кварц
Table 26. Chemical compound of biotite and quarz

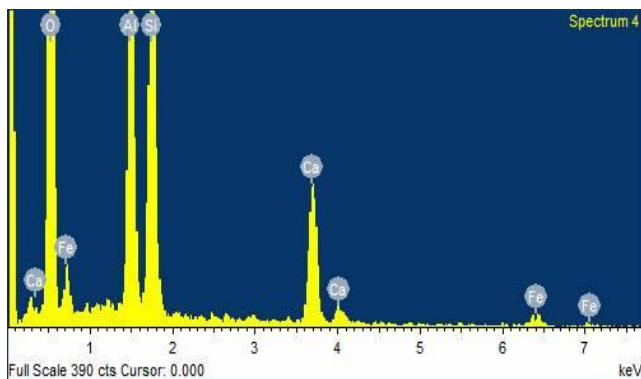
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минерал	кварц	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	49.30	67.12	O K	58.46	71.18
Mg K	5.97	5.35	Si K	41.54	28.82
Al K	6.90	5.57	Вкупно	100,00	
Si K	15.31	11.87			
K K	7.12	3.96			
Ti K	1.85	0.84			
Fe K	13.55	5.29			
Вкупно	100,00				



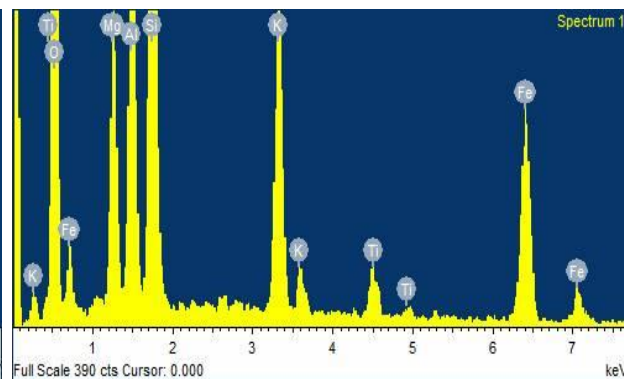
Слика132.. CEM слика на плагиоклас и биотит
Figure 132. SEM image of plagioclase and biotite



Слика133.. CEM слика на плагиоклас и биотит
Figure 133. SEM image of plagioclase and biotite



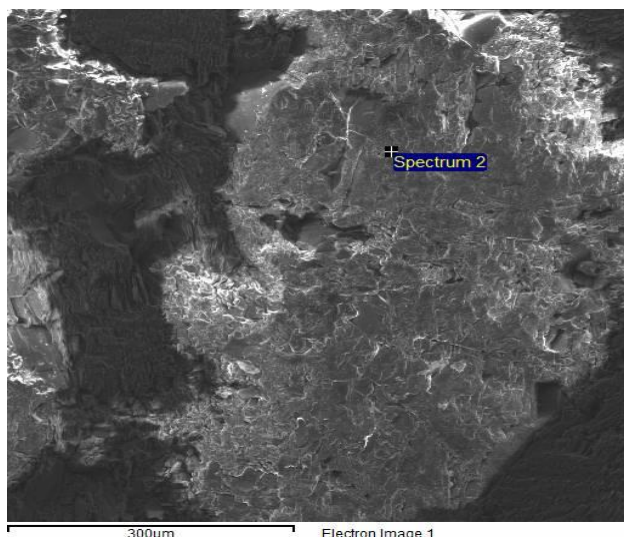
Слика 134. ЕДХ спектар наплагиоклас и биотит
Figure 134. EDX spectrum of plagioclase and biotite



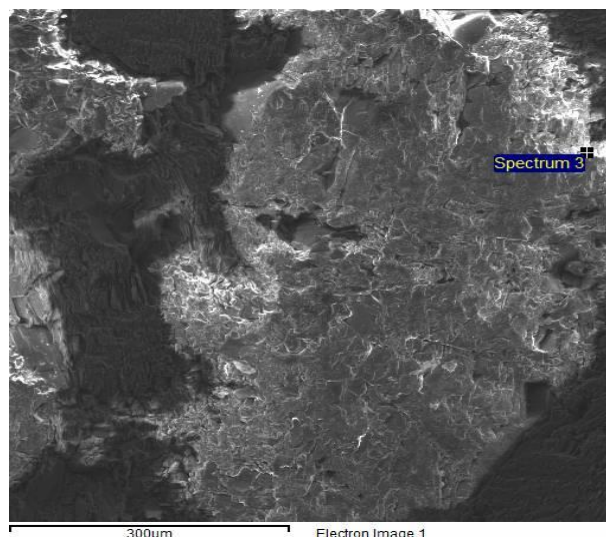
Слика 135. ЕДХ спектар на плагиоклас и кварц
Figure 135. EDX spectrum of plagioclase and biotite

Табела 27. Хемиски состав на плагиоклас и биотит
Table 27. Chemical compound of plagioclase and biotite

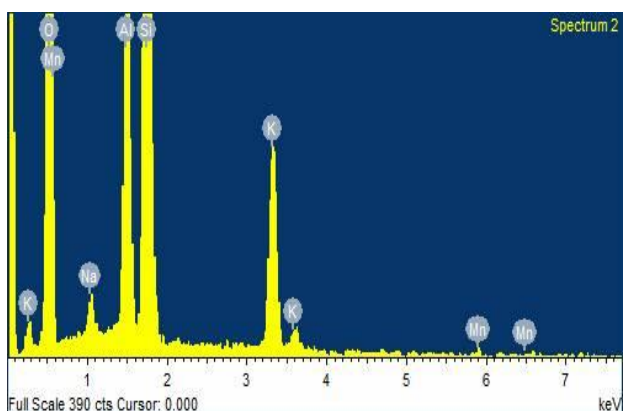
Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	69.40	80.98	O K	49.07	66.68
Al K	10.09	6.98	Mg K	5.69	5.09
Si K	13.20	8.77	Al K	7.46	6.01
Ca K	6.23	2.90	Si K	16.17	12.51
Fe K	1.07	0.36	K K	7.12	3.96
Вкупно	100,00		Ti K	1.59	0.72
			Fe K	12.90	5.02
			Вкупно	100,00	



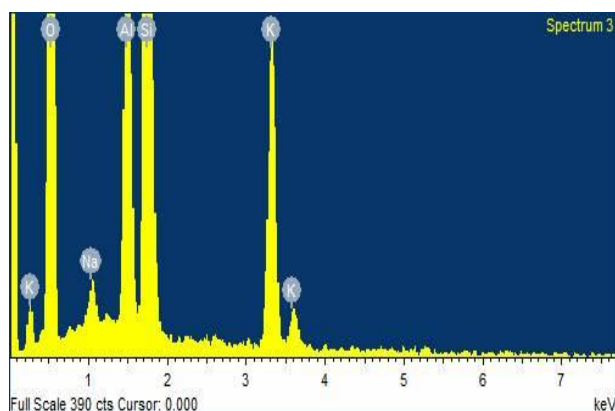
Слика 136. SEM слика на биотит и кварц
Figure 136. SEM image of muscovite and augite



Слика 137. SEM слика на биотит и кварц
Figure 137. SEM image of muscovite and augite



Слика 138. ЕДХ спектар на мусковит и аугит
Figure 138. EDX spectrum of muscovite and augite

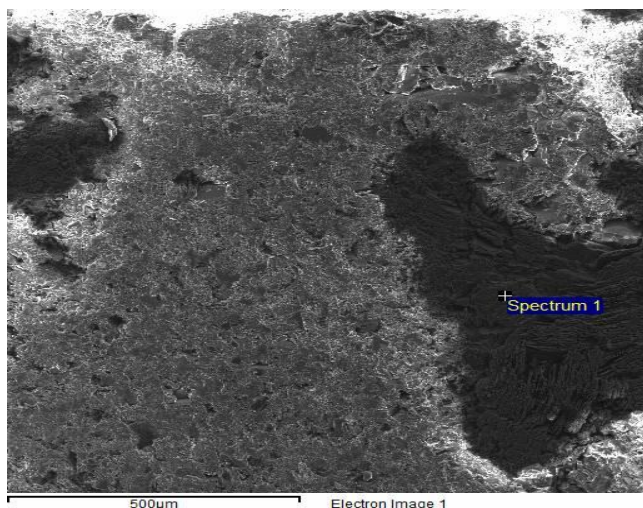


Слика 139. ЕДХ спектар на мусковит и аугит
Figure 139. EDX spectrum of muscovite and augite

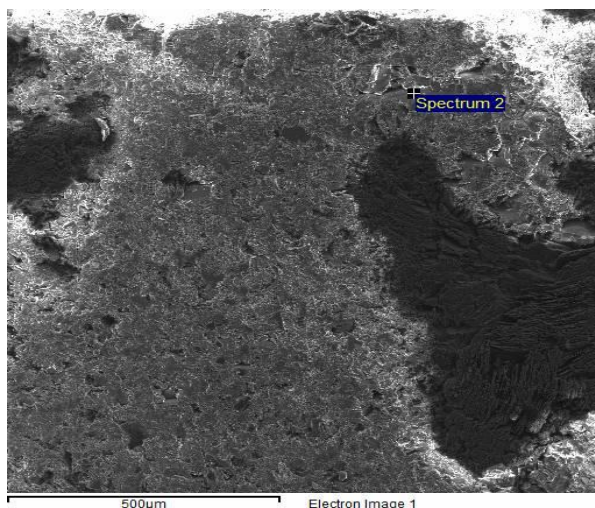
Табела 28. Хемиски состав на мусковит и аугит

Table 28. Chemical compound of muscovite and augite

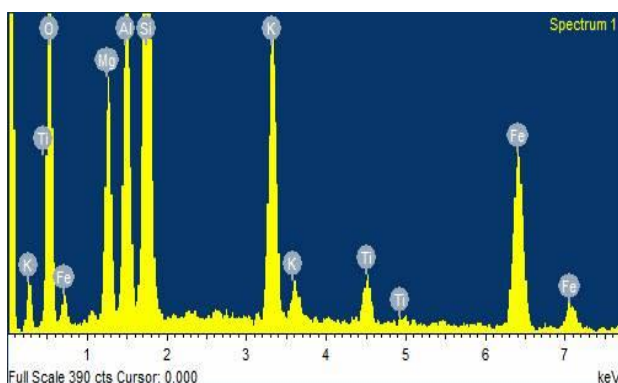
Елемент/ Минерал	мусковит		Елемент/ Минерал	аугит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	64.13	76.45	O K	64.48	76.74
Na K	1.10	0.91	Na K	0.85	0.70
Al K	7.63	5.40	Al K	7.17	5.06
Si K	21.20	14.39	Si K	21.47	14.56
K K	5.55	2.71	K K	6.03	2.93
Mn K	0.39	0.13	Вкупно	100,00	
Вкупно	100,00				



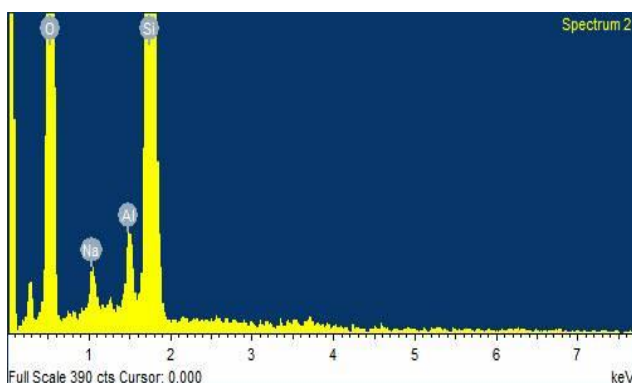
Слика 140. СЕМ слика на биотит и кварц
Figure 140. SEM image of biotite and quarz



Слика 141. СЕМ слика на биотити кварц
Figure 141. SEM image of biotite and quarz



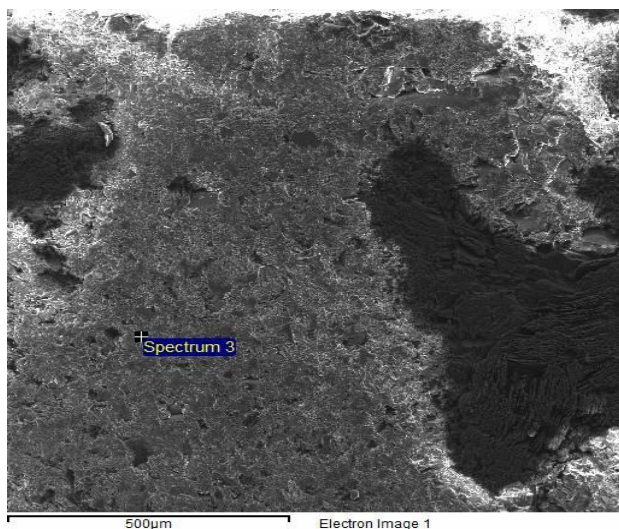
Слика 142. ЕДХ спектар на биотит и кварц
Figure 142. EDX spectrum of biotite and quarz



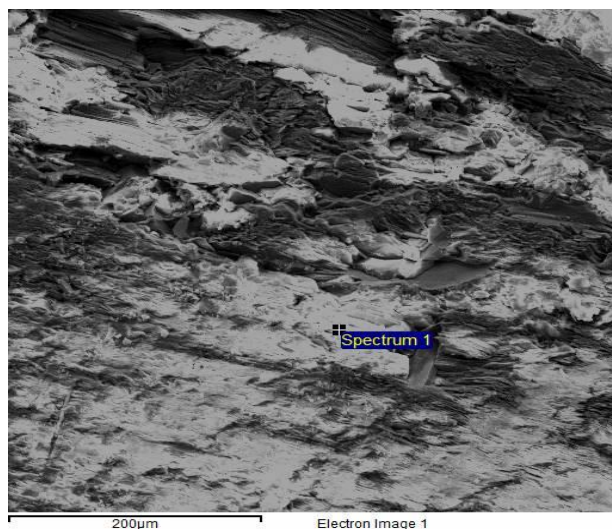
Слика 143. ЕДХ спектар на биотит и кварц
Figure 143. EDX spectrum of biotite and quarz

Табела 29. Хемиски состав на биотит и кварц
Table 29. Chemical compound of biotite and quarz

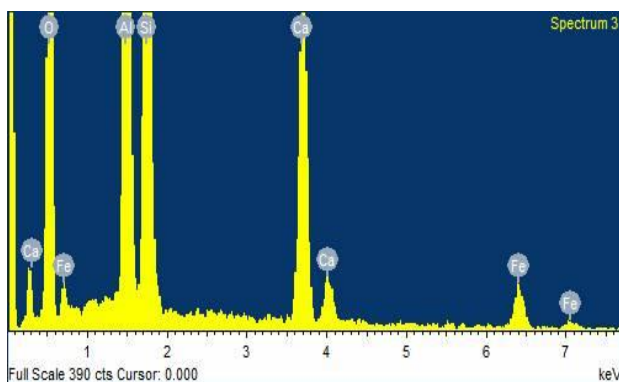
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минерал	кварц	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	40.99	59.47	O K	67.57	78.39
Mg K	6.37	6.09	Na K	1.04	0.84
Al K	8.14	7.00	Al K	1.03	0.71
Si K	17.58	14.53	Si K	30.36	20.06
K K	8.90	5.29	Вкупно	100,00	
Ti K	2.05	0.99			
Fe K	15.97	6.64			
Вкупно	100,00				



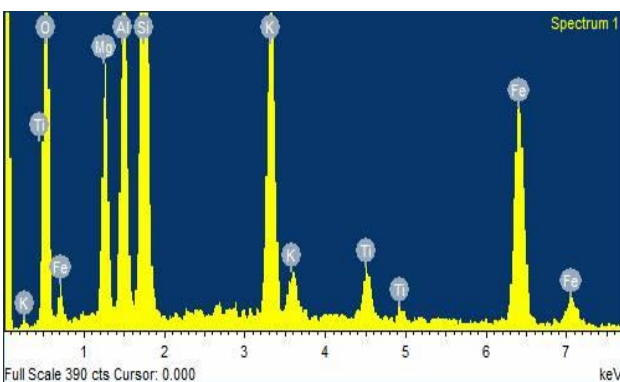
Слика 144. СЕМ слика на епидот и биотит
Figure 144. SEM image of epidote and biotite



Слика 145. СЕМ слика на епидот и биотит
Figure 145. SEM image of epidote and biotite



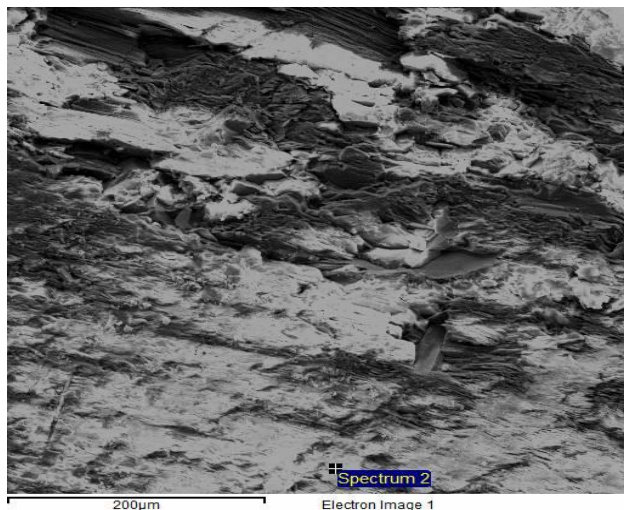
Слика 146. ЕДХ спектар на епидот и биотит
Figure 146. EDX spectrum of epidote and biotite



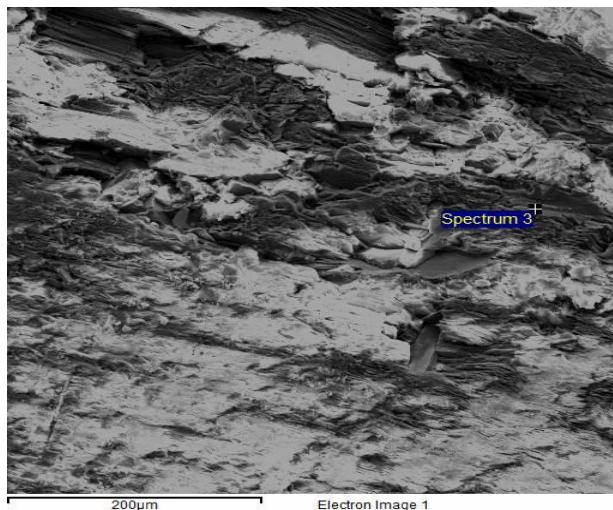
Слика 147. ЕДХ спектар на епидот и биотит
Figure 147. EDX spectrum of epidote and biotite

Табела 30. Хемиски состав на епидот и биотит
Table 30. Chemical compound of epidote and biotite

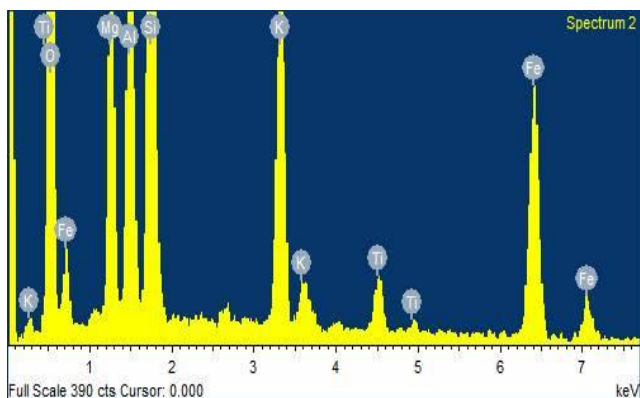
Елемент/ Минерал	епидот		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	58.84	73.64	O K	43.03	62.06
Al K	12.11	8.98	Mg K	5.82	5.53
Si K	15.56	11.09	Al K	6.93	5.93
Ca K	10.27	5.13	Si K	15.94	13.10
Fe K	3.24	1.16	K K	8.90	5.25
Вкупно	100,00		Ti K	2.03	0.98
			Fe K	17.34	7.17
			Вкупно	100,00	



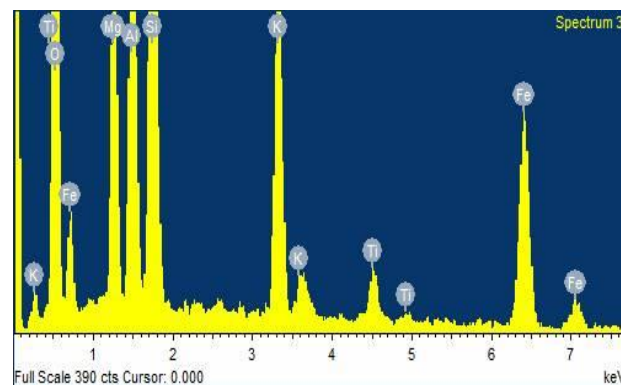
Слика 148. СЕМ слика на биотит
Figure 148. SEM image of biotite



Слика 149. СЕМ слика на биотит
Figure 149. SEM image of biotite



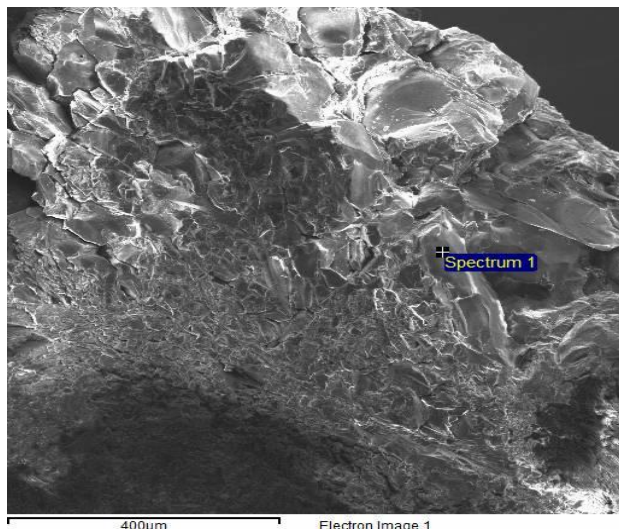
Слика 150. ЕДХ спектар на биотит
Figure 150. EDX spectrum of biotite



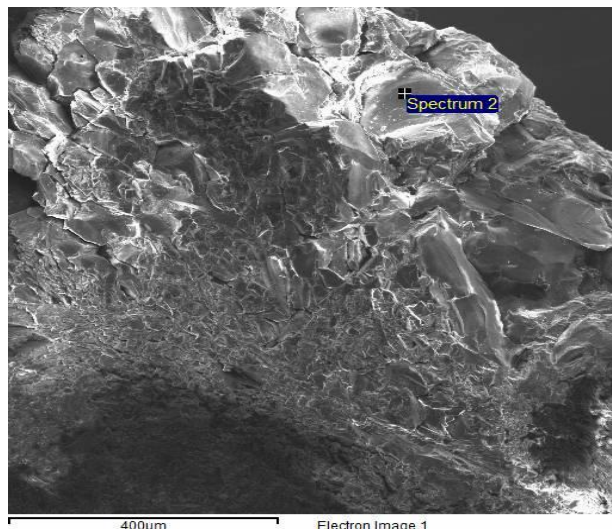
Слика 151. ЕДХ спектар на биотит
Figure 151. EDX spectrum of biotite

Табела 31. Хемиски состав на биотит
Table 31. Chemical compound of biotite

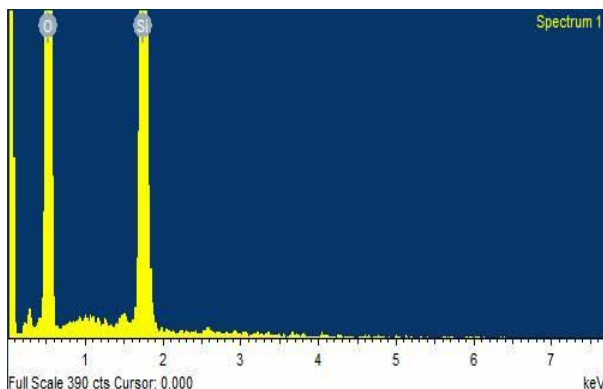
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	49.68	67.11	O K	52.59	69.14
Mg K	6.67	5.93	Mg K	6.47	5.60
Al K	6.90	5.53	Al K	7.15	5.58
Si K	15.70	12.08	Si K	15.82	11.85
K K	6.68	3.69	K K	6.18	3.33
Ti K	1.55	0.70	Ti K	1.22	0.54
Fe K	12.82	4.96	Fe K	10.56	3.98
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



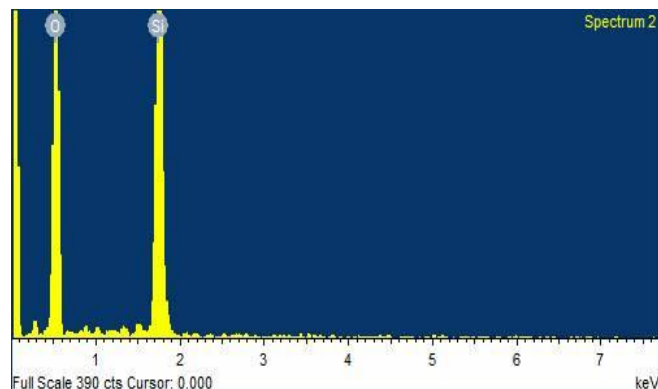
Слика 152. SEM слика на кварц
Figure 152. SEM image of quartz



Слика 153. SEM слика на кварц
Figure 153. SEM image of quartz



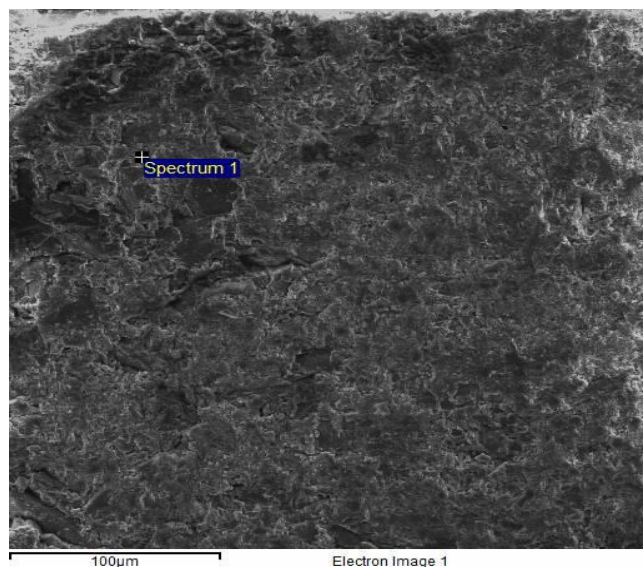
Слика 154. ЕДХ спектар на кварц
Figure 154. EDX spectrum of quartz



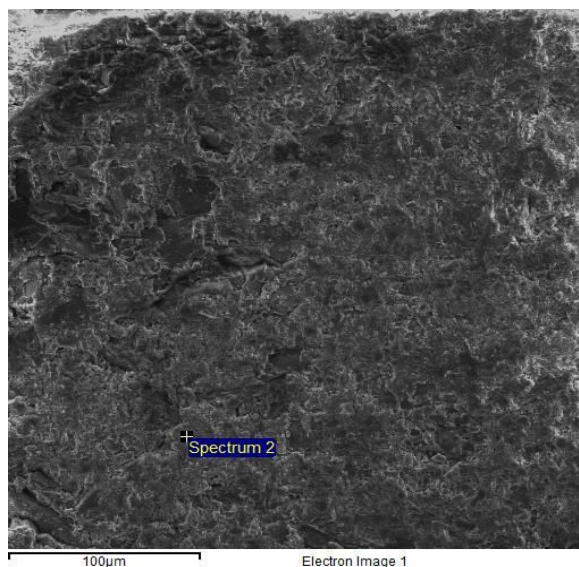
Слика 155. ЕДХ спектар на кварц
Figure 155. EDX spectrum of quartz

Табела 32. Хемиски состав на кварц
Table 32. Chemical compound of quartz

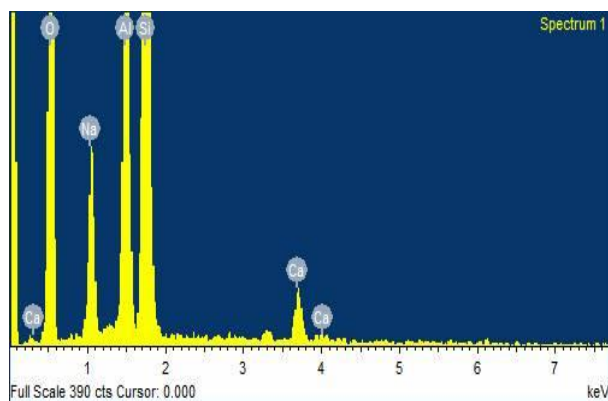
Елемент/ Минерал	кварц		Елемент/ Минерал	кварц	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	76.03	84.77	O K	73.89	83.24
Si K	23.97	15.23	Si K	26.11	16.76
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



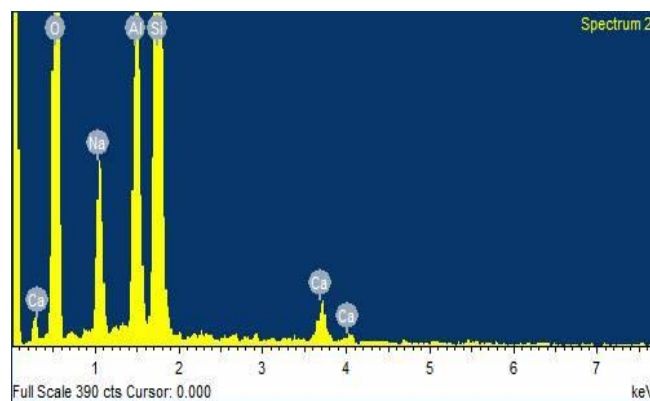
Слика 156. CEM слика на плагиоклас
Figure 156. SEM image of plagioclase



Слика 157. CEM слика на плагиоклас
Figure 157. SEM image of plagioclase



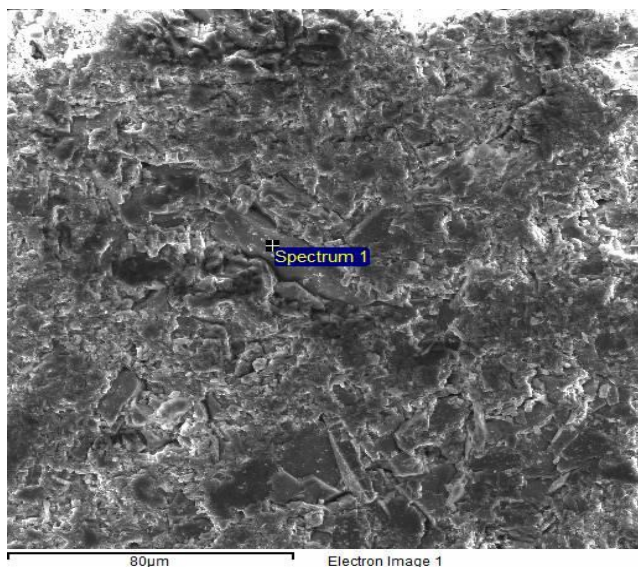
Слика 158. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 158. EDX spectrum of plagioclase



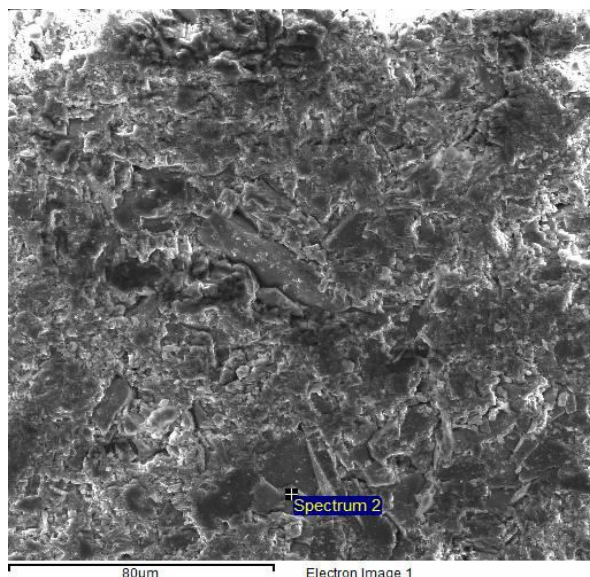
Слика 159. ЕДХ спектар на плагиоклас
Figure 159. EDX spectrum of plagioclase

Табела 33. Хемиски состав на плагиоклас
Table 33. Chemical compound of plagioclase

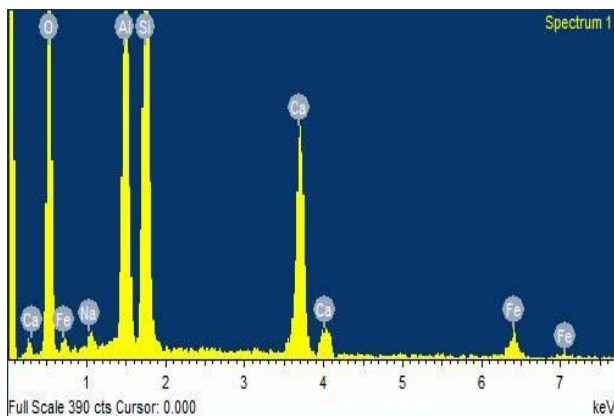
Елемент/ Минерал	плагиоклас		Елемент/ Минерал	плагиоклас	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	54.76	67.37	O K	60.16	71.90
Na K	6.83	5.85	Na K	6.86	5.70
Al K	10.08	7.35	Al K	8.72	6.18
Si K	26.27	18.41	Si K	22.77	15.50
Ca K	2.06	1.01	Ca K	1.50	0.71
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



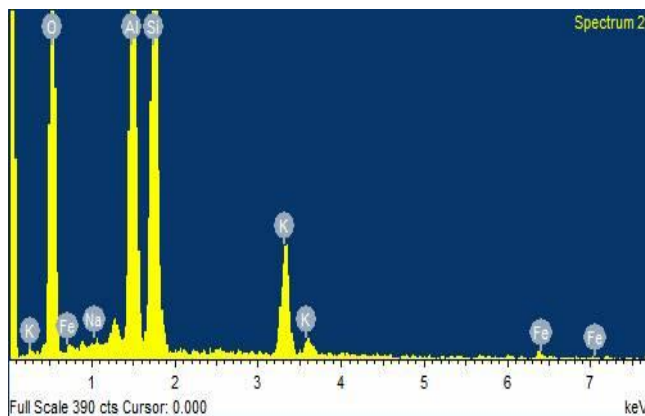
Слика 160. СЕМ слика на аугит и мусковит
Figure 160. SEM image of augite and muscovite



Слика 161. СЕМ слика на аугит и мусковит
Figure 161. SEM image of augite and muscovite



Слика 162. ЕДХ спектар на аугит и мусковит
Figure 162. EDX spectrum of augite and muscovite

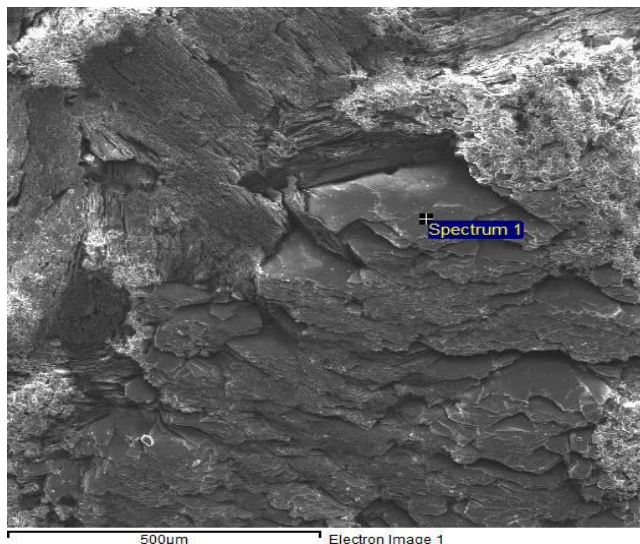


Слика 163. ЕДХ спектар на аугит и мусковит
Figure 163. EDX spectrum of augite and muscovite

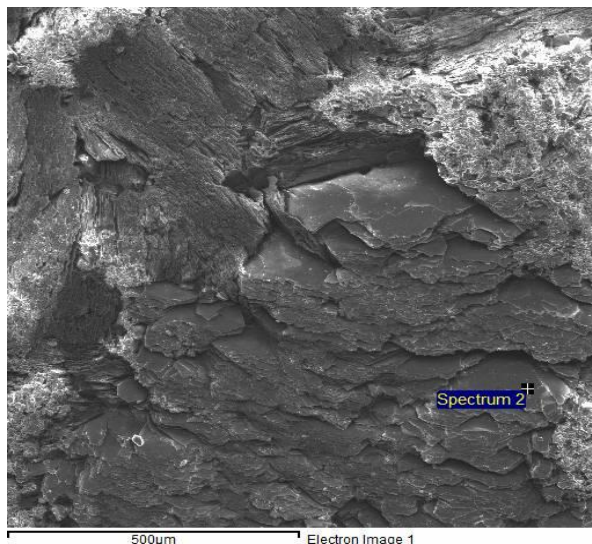
Табела 34. Хемиски состав на аугит и мусковит

Table 34. Chemical compound of augite and muscovite

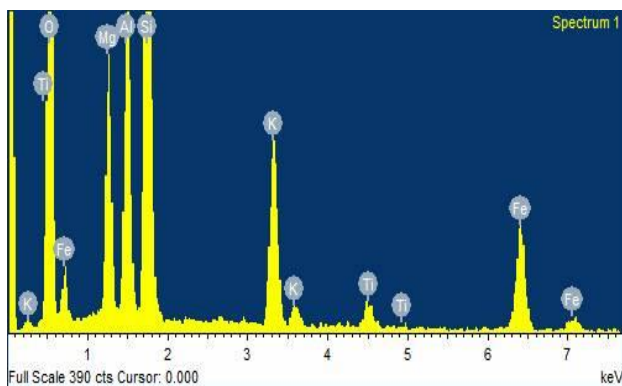
Елемент/ Минерал	аугит		Елемент/ Минерал	мусковит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	58.77	73.44	O K	62.26	74.87
Na K	0.80	0.69	Na K	0.36	0.30
Al K	11.51	8.53	Al K	14.43	10.29
Si K	15.52	11.04	Si K	17.36	11.89
Ca K	10.62	5.30	K K	4.89	2.40
Fe K	2.78	0.99	Fe K	0.70	0.24
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



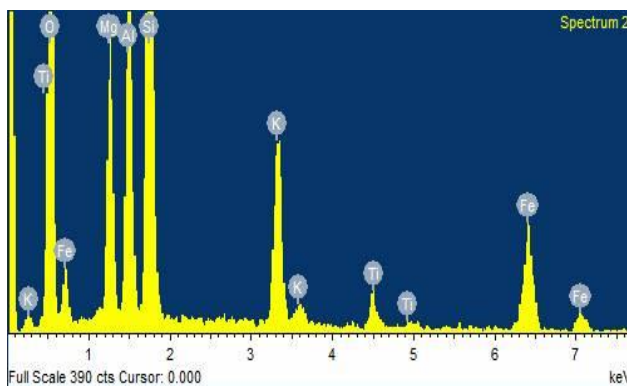
Слика 164. СЕМ слика на биотит
Figure 164. SEM image of biotite



Слика 165. СЕМ слика на биотит
Figure 165. SEM image of biotite



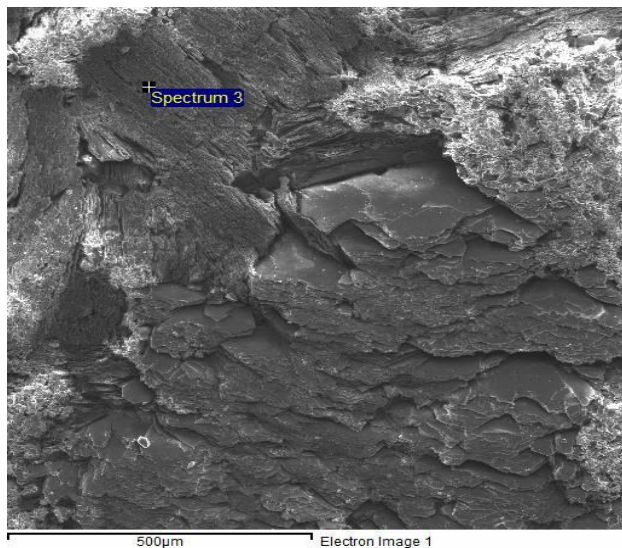
Слика 166. ЕДХ спектар на биотит
Figure 166. EDX spectrum of biotite



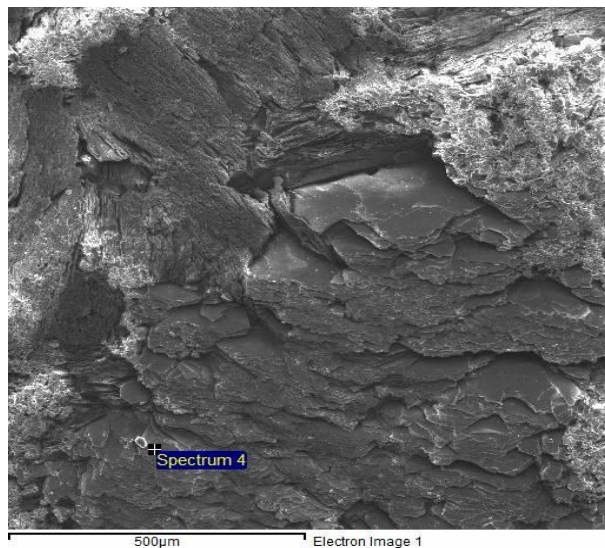
Слика 167. ЕДХ спектар на биотит
Figure 167. EDX spectrum of biotite

Табела 35. Хемиски состав на биотит
Table 35. Chemical compound of biotite

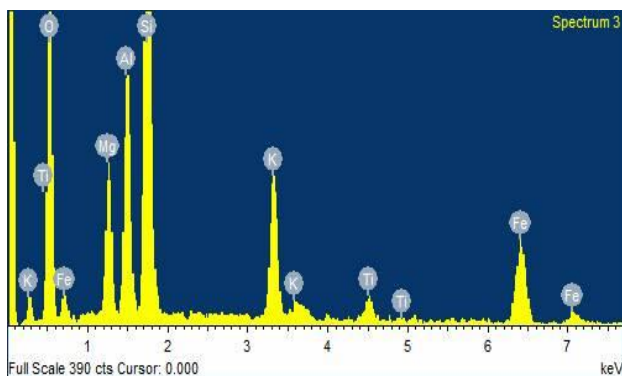
Елемент/ Минерал	ботитит		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	52.37	68.71	O K	53.29	69.35
Mg K	6.98	6.03	Mg K	6.87	5.88
Al K	7.63	5.94	Al K	7.62	5.88
Si K	15.72	11.75	Si K	15.86	11.76
K K	6.16	3.31	K K	5.85	3.12
Ti K	1.19	0.52	Ti K	1.41	0.61
Fe K	9.95	3.74	Fe K	9.09	3.39
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



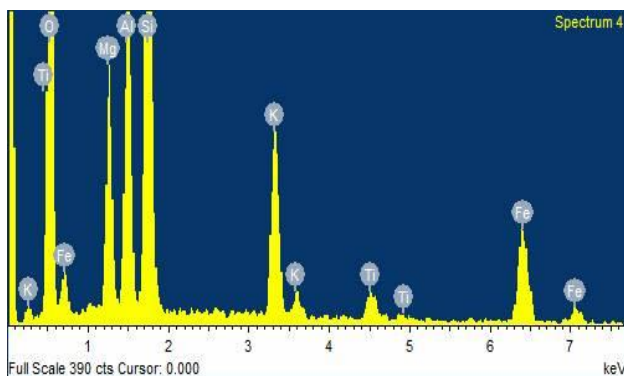
Слика 168. CEM слика на биотит
Figure 168. SEM image of biotite



Слика 169. CEM слика на биотит
Figure 169. SEM image of biotite



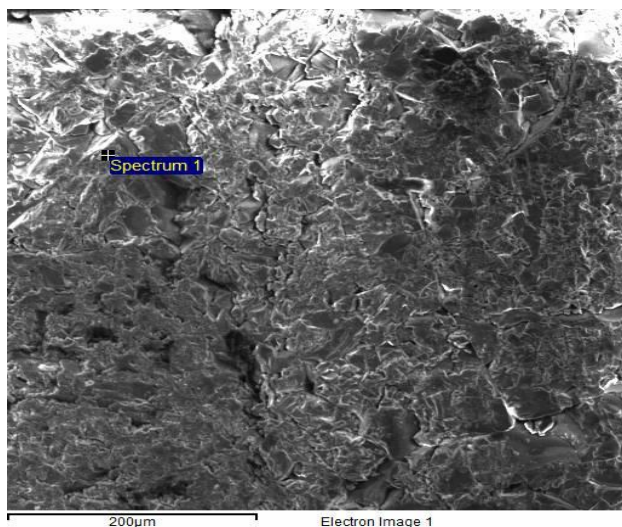
Слика 170. EDX спектар на биотит
Figure 170. EDX spectrum of biotite



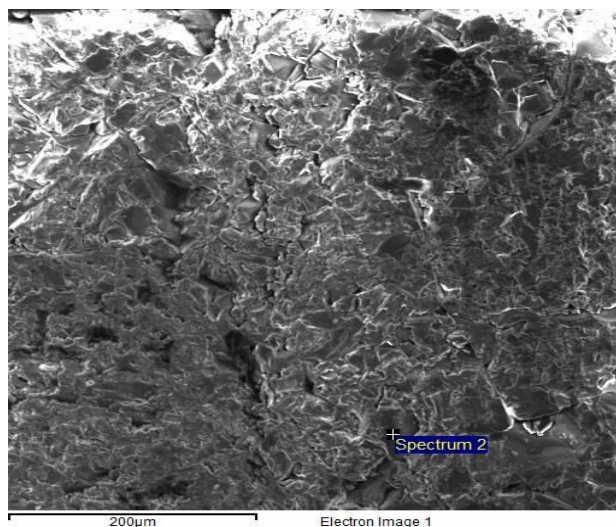
Слика 171. EDX спектар на биотит
Figure 171. EDX spectrum of biotite

Табела 36. Хемиски состав на биотит
Table 36. Chemical compound of biotite

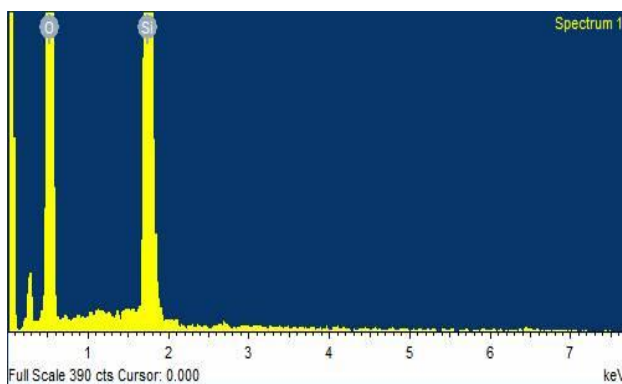
Елемент/ Минерал	биотит		Елемент/ Минерал	биотит	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	48.07	65.04	O K	53.91	69.98
Mg K	5.71	5.08	Mg K	6.28	5.37
Al K	7.92	6.35	Al K	7.64	5.88
Si K	19.53	15.05	Si K	15.64	11.57
K K	6.65	3.68	K K	6.15	3.27
Ti K	1.48	0.67	Ti K	1.36	0.59
Fe K	10.63	4.12	Fe K	9.01	3.35
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	



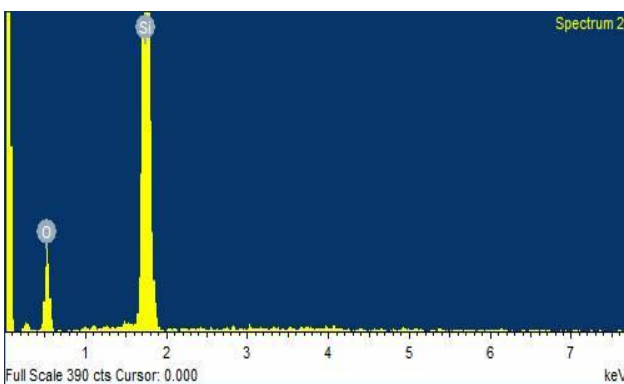
Слика 172. СЕМ слика на кварц
Figure 172. SEM image of quarz



Слика 173. СЕМ слика на кварц
Figure 173. SEM image of quarz



Слика 174. ЕДХ спектар на кварц
Figure 174. EDX spectrum of quarz



Слика 175. ЕДХ спектар на кварц
Figure 175. EDX spectrum of quarz

Табела 37. Хемиски состав на кварц
Table 37. Chemical compound of quarz

Елемент/ Минерал	кварц		Елемент/ Минерал	кварц	
	Тежински %	Атомски %		Тежински %	Атомски %
O K	71.85	81.75	O K	42.86	56.84
Si K	28.15	18.25	Si K	57.14	43.16
Вкупно	100,00		Вкупно	100,00	

8.0. ГЕОХЕМИЈА НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ

8.1. ГЛАВНИ ЕЛЕМЕНТИ

Резултатите од хемиските анализи се прикажани во Табела 38. Содржината на SiO_2 кај испитуваните гранитоидните карпи се во дијапазон од 65.71 до 77.307%. Гранитоидите од Кален имаат највисоки содржини на SiO_2 во однос на другите гранитоидни карпи. Најниска содржина на SiO_2 имаат гранитоидите од Косовска река. Во гранитоидните карпи од Лозјанска река и Пештани содржината на SiO_2 се движи во границите од 65.6 до 75.848.

Варијацијата на масеното учество на оксидите на главните елементи во функција на масеното учество на SiO_2 се прикажани на харкеровите дијаграми (слика 32). Корелацијските трендови на Харкеровите дијаграми укажуваат на различни магматски процеси кои се случуваат во низата на поврзаните магми (Протиќ, 1998). Геохемиската поврзаност помеѓу главните елементи се користи да се укаже дали постојат еден или повеќе основни процеси кои ќе ја објаснат врската помеѓу главните елементи (Rollinson, 1993).

На сл. 176a. се забележува многу слаба корелација на содржината SiO_2 и Al_2O_3 . Ова може да се објасни со фактот дек скоро сите испитувани карпи се биле зафатени со процесите на хидротермални алтераци. Со зголемување на SiO_2 се намалува содржината на Al_2O_3 . Имено, со зголемување на содржината на SiO_2 доаѓа до намалување на содржината на Al_2O_3 . Содржината на Al_2O_3 во гранитоидите од Косовска река се движи во границите од 12.94 до 14.6%, во гранитоидите од Лозјанска река од 12.38 до 16.85%, во гранитоидите од Кален од 11.9 до 12% и во гранитоидите од Пештани од 12.14 до 14.24%. Кај гранитоидите од Кален се забележува дека содржината на Al_2O_3 е уедначена и се движи во еден тесен дијапазон.

Корелациониот однос помеѓу SiO_2 и FeO^* е прикажан на слика 176b. Од слика 176b може да се види дека содржината на вкупното железо (FeO^*) систематски опаѓа со зголемувањето на содржината на SiO_2 . Содржината на FeO^* во гранитоидите од Косовска река се движи од 2.39 до 3.92%, во гранитоидите од Лозјанска река од 2.13 до 3.08%. Во гранитоидите од Пештани и Кален содржината на вкупното Fe во просек е пониско во однос на претходно спомнатите гранитоиди. Во овие

гранитоиди содржината на вкупното Fe се движи од 1.09 до 2.08% (Пештани) и од 1.25 до 1.59% (Кален). Во гранитоидните карпи од Кален содржината на вкупното железо е знатно пониско во однос на гранитоидите од Косовска Река.

На слика 176c не постои корелативност помеѓу содржините на MnO и SiO₂. Содржините на MnO во испитуваните карпи се многу ниски и покажуваат тренд на нивно константно намалување со зголемувањето на содржините на SiO₂. Најниски содржини на MnO се констатирани во гранодиоритите од Кален и истите се движат во границите од 0.053-0.058%. Највисоки содржини на MnO се констатирани во гранодиоритите од Косовска Река (0.73-1.27%), додека во останатите испитувани гранитоидни карпи содржините на MnO се движат од 0.06-0.73% од Лозјанска река и од 0.099-0.118 од Пештани.

На слика 176d не постои корелативност помеѓу содржините на MgO и SiO₂. Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до намалување на содржината на MgO. Со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено зголемување на содржината на MgO, со исклучок на гранитоидите од Пештани каде со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до намалување на содржината на MgO. Содржината на MgO во гранитоидите од Косовска река се движи во границите од 0.069 до 0.084%, во гранитоидите од Лозјанска река од 0.08 до 0.989%, во гранитоидите од Кален од 0.509 до 0.646% и во гранитоидите од Пештани од 0.175 до 0.31%. Зголемените содржини на MgO во гранитоидите од Косовска река веројатно се должи на зголемено присуство на фемски минерали.

Корелациониот однос помеѓу SiO₂ и CaO е прикажан на слика 176e. Од приложената слика се гледа дека не постои корелативност помеѓу содржините на CaO и SiO₂. Содржините на CaO се намалуваат со зголемување на содржините на SiO₂. Највисоки содржини на CaO се констатирани во гранодиоритите од Лозјанска Река (2.41-4.56%), додека содржините на CaO во гранодиоритите од Косовска Река се блиски исти како и во гранодиоритите од Лозјанска Река и истите се движат во границите од 3.41-4.35%. Во гранитоидните карпи од наоѓалиштето Пештани содржините на CaO се движат во границите од 2.09-2.68. Најниски содржини на CaO се констатирани кај гранодиоритите од наоѓалиштето Кален и истите се движат во границите од 1.25-1.49.

Табела 38. Хемиски состав на гранитоидните карпи
Table 38. Chemical compound of granitoide rocks

Компоненти/ Проба	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	LOI	Σ
Pes-1	72.1	14.24	2.08	0.099	0.31	2.09	3.94	4.58	0.334	0.11	0.5	100.3
Pes-2	73.848	14.14	1.09	0.118	0.175	2.68	3.89	2.18	0.275	0.144	1.46	100.0
Kal-1	74.437	14	1.59	0.058	0.646	1.49	3.02	3.61	0.333	0.112	0.704	100.0
Kal-2	74.307	14.9	1.25	0.053	0.509	1.25	2.93	3.95	0.279	0.097	0.475	100.0
Lr-1	65.6	16.25	2.41	0.069	0.68	4.31	3.7	4.78	0.412	0.21	1.25	99.8
Lr-2	66.3	16.42	2.21	0.07	0.72	4.56	3.71	4.75	0.423	0.19	0.95	100.3
Lr-3	65.89	16.55	2.65	0.072	0.74	4.41	3.75	4.92	0.431	0.23	0.58	100.2
Lr-4	70.39	15.38	2.13	0.07	0.989	2.56	3.35	3.74	0.432	0.152	0.784	99.98
Lr-5	69.98	15.66	2.22	0.074	0.973	2.72	3.44	3.64	0.438	0.171	0.98	100.3
Lr-6	72	14.11	2.5	0.06	0.75	2.53	3.19	3.88	0.2	0.18	0.56	99.96
Lr-7	70.05	14.43	3.08	0.07	0.88	2.53	3.71	3.93	0.2	0.19	0.9	99.97
Ks-1	65.71	16.37	2.39	0.73	0.074	4.35	3.73	4.85	0.428	0.2	1.41	100.2
Ks-2	68.136	14.6	3.92	1.27	0.084	3.41	3.89	2.79	0.597	0.633	0.67	100.0
Ks-3	68.42	12.94	3.2	1.18	0.069	4.05	4.82	3.1	0.441	0.8	0.97	99.99
Ks-4	69.14	12.96	3.1	1.18	0.082	4.15	4.79	3.11	0.42	0.71	0.52	100.1

*Вкупното железо е дадено како FeO

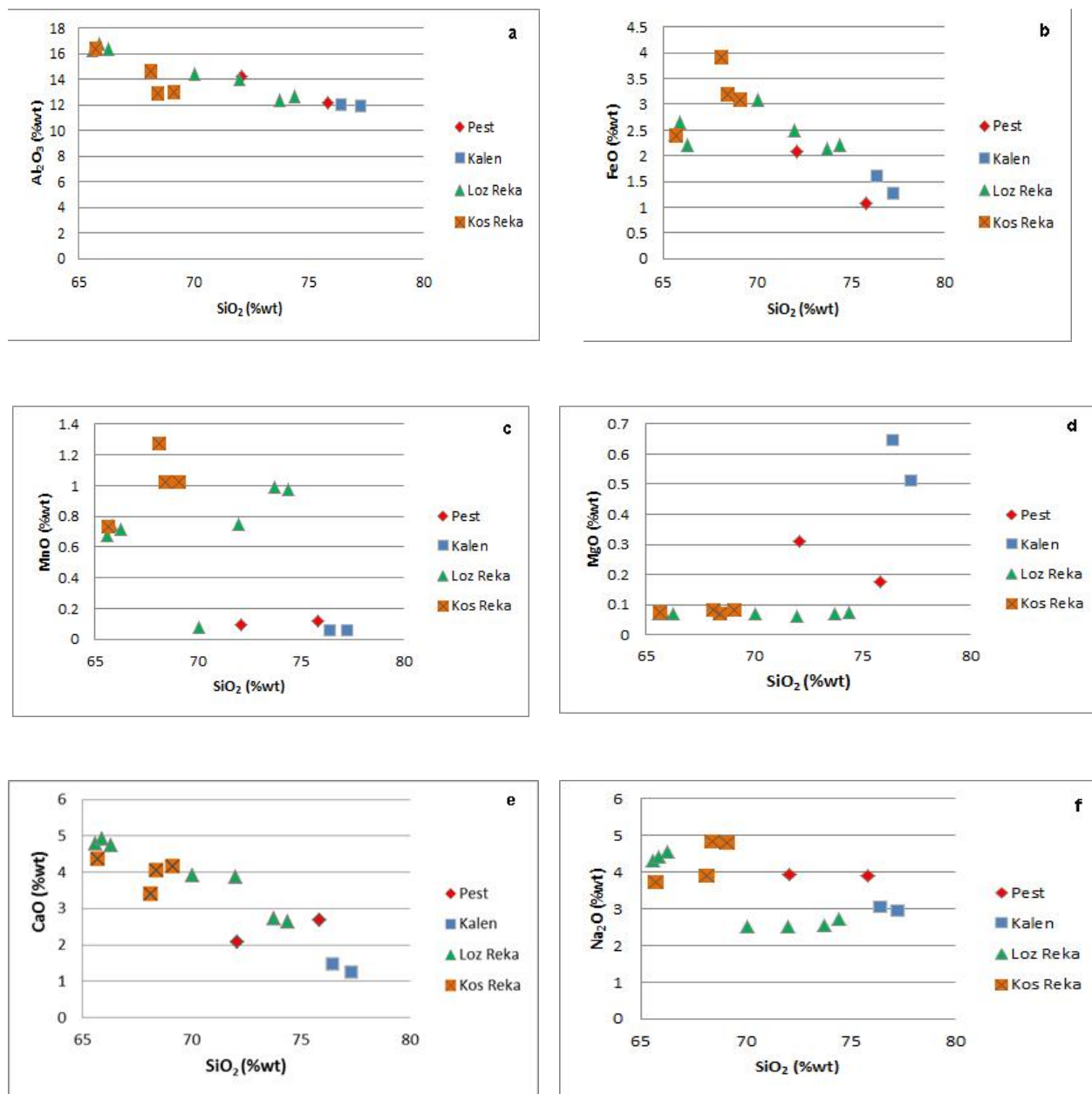
Pes – анализиран примерок од локалитетот Пештани, Kal - анализиран примерок од локалитетот Кален, Lr анализиран примерок од локалитетот Лозјанска река, Ks – анализиран примерок од локалитетот Косовска река

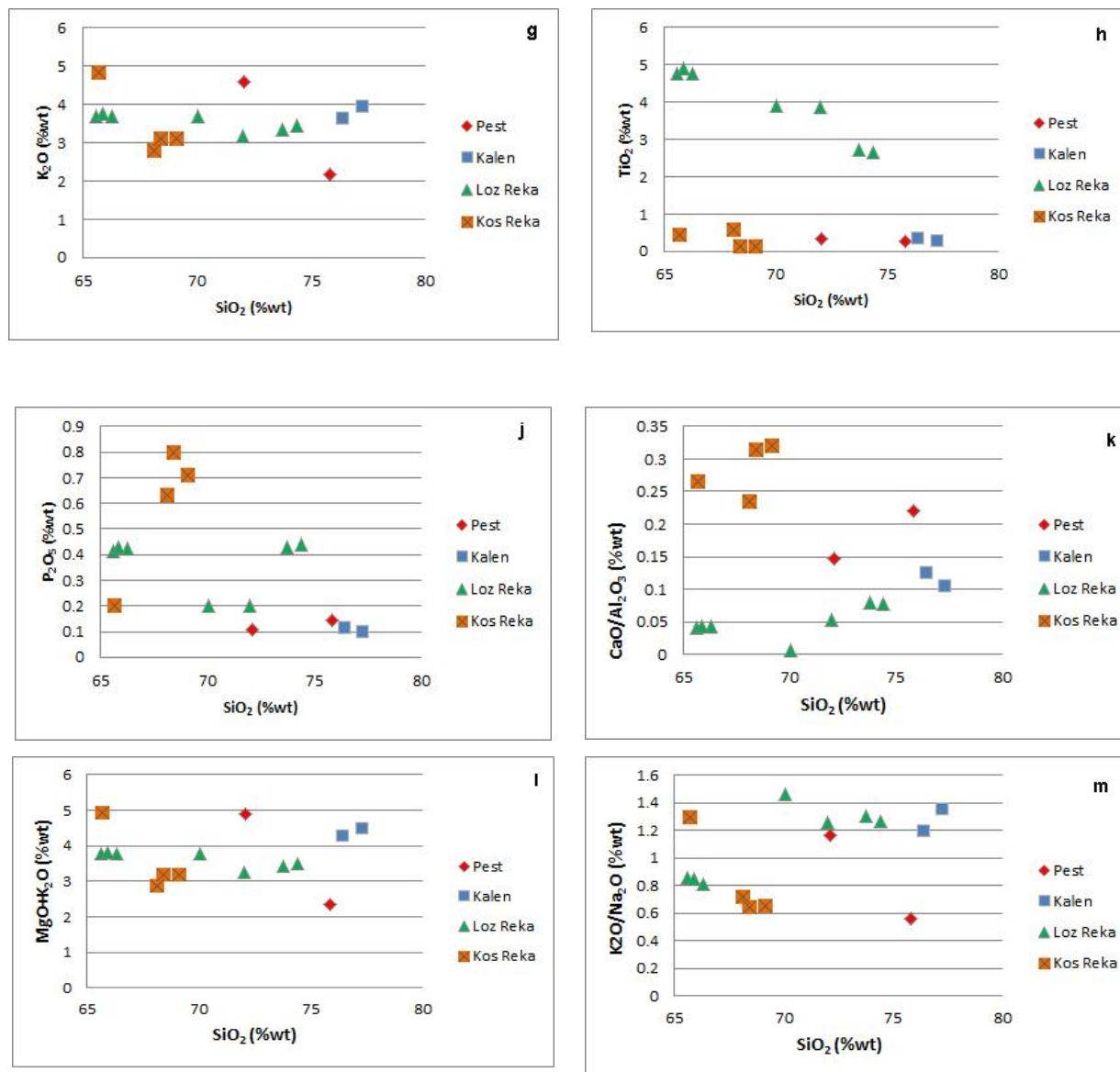
На слика 176f постои корелативност помеѓу содржините на Na₂O и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено зголемување на содржината на Na₂O. Содржините на Na₂O се движат во следните граници: од 3.73 до 4.82% кај гранодиоритите од Косовска Река, од 3.19 до 3.75% кај гранодиоритите од Лозјанска Река, од 2.93 до 3.02% кај гранодиоритите Кален и од 3.89 до 3.94% кај проучуваните карпи од Пештани. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Na₂O се констатираани кај гранодиоритите од наоѓалиштето Косовска Река.

На слика 176g постои корелативност помеѓу содржините на K_2O и SiO_2 . Имено, со зголемување на содржината на SiO_2 доаѓа до постепено зголемување на содржината на K_2O . Содржините на K_2O се движат во следните граници: од 2.79 до 4.85% кај гранодиоритите од Косовска Река, од 2.64 до 4.92% кај гранодиоритите од Лозјанска Река, од 3.61 до 3.95% кај гранодиоритите Кален и од 2.18 до 4.58% кај проучуваните карпи од Пештани. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на K_2O се констатира кај гранодиоритите од наоѓалиштето Лозјанска Река. Исто така од презентираниите податоци се гледа дека најмали промени во содржините на K_2O се констатира кај гранодиоритите од наоѓалиштето Кален.

Корелациониот однос помеѓу SiO_2 и TiO_2 е прикажан на слика 176h. Имено, со зголемување на содржината на SiO_2 доаѓа до постепено намалување на содржината на TiO_2 . Содржината на TiO_2 е ниска и варира во тесен интервал. Кај гранитоидите од Косовска река содржината на TiO_2 изнесува од 0.12 до 0.597%, кај гранитоидите од Лозјанска река изнесува 0.2 до 0.438%, кај гранитоидите од Кален изнесува 0.279 до 0.333%, додека кај гранитоидите од Пештани 0.275 до 0.234%.

На слика 176j непостои корелативност помеѓу содржините на P_2O_5 и SiO_2 . Имено, со зголемување на содржината на SiO_2 доаѓа до постепено зголемување на содржината на P_2O_5 . Содржината на P_2O_5 е ниска и варира во тесен интервал. Кај гранитоидите од Косовска река содржината на P_2O_5 изнесува од 0.2 до 0.8%, кај гранитоидите од Лозјанска река изнесува 0.152 до 0.23%, кај гранитоидите од Кален изнесува 0.097 до 0.112%, додека кај гранитоидите од Пештани 0.11 до 0.144%.

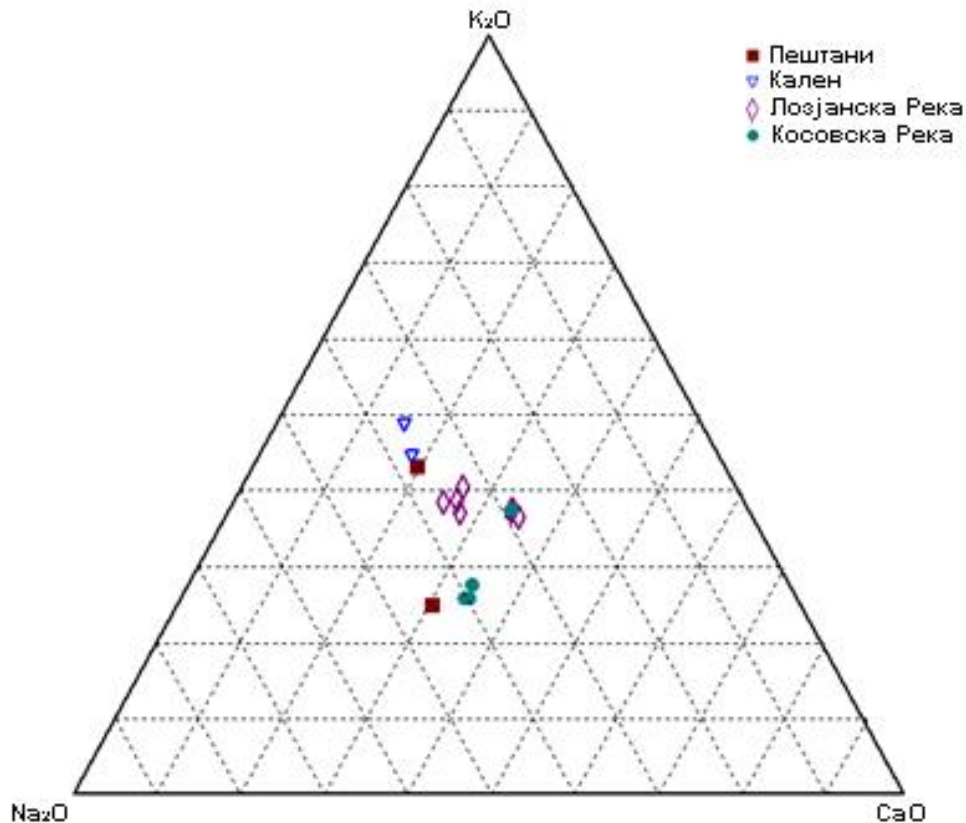




Слика 176. Варијациски дијаграми за оксидите на главните елементи во однос SiO_2 како индекс на диференцијација за гранитоидите

Figure 176. Diagrams variations for oxides of the main elements in SiO_2 as an index of differentiation for granitoids

На трокомпонентниот дијаграм $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{K}_2\text{O}$ (Сл. 177) податоците од сите анализирани примероци формираат тренд во средишниот дел кој укажува на приближно воедначен однос на Na_2O и K_2O . Овој факт, исто така укажува на нивниот калциско – алкален карактер.



Слика 177. $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{K}_2\text{O}$ дијаграм за гранитоидните карпи од проучуваното подрачје

Figure. 177. $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{K}_2\text{O}$ diagram the granitoid rocks from the studied area

Генерално може да се заклучи дека проучуваните гранитоидни карпи се богати со алкалии (до 8.67%), а собено K_2O (до 4.92%), додека содржината на SiO_2 се движи од 65.6 до 74.437%, што значајно се одразува во геохемиската класификација на овие карпи.

8.2. КЛАСИФИКАЦИЈА НА КАРПИТЕ ВРЗ ОСНОВА НА СОДРЖИНАТА НА ГЛАВНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

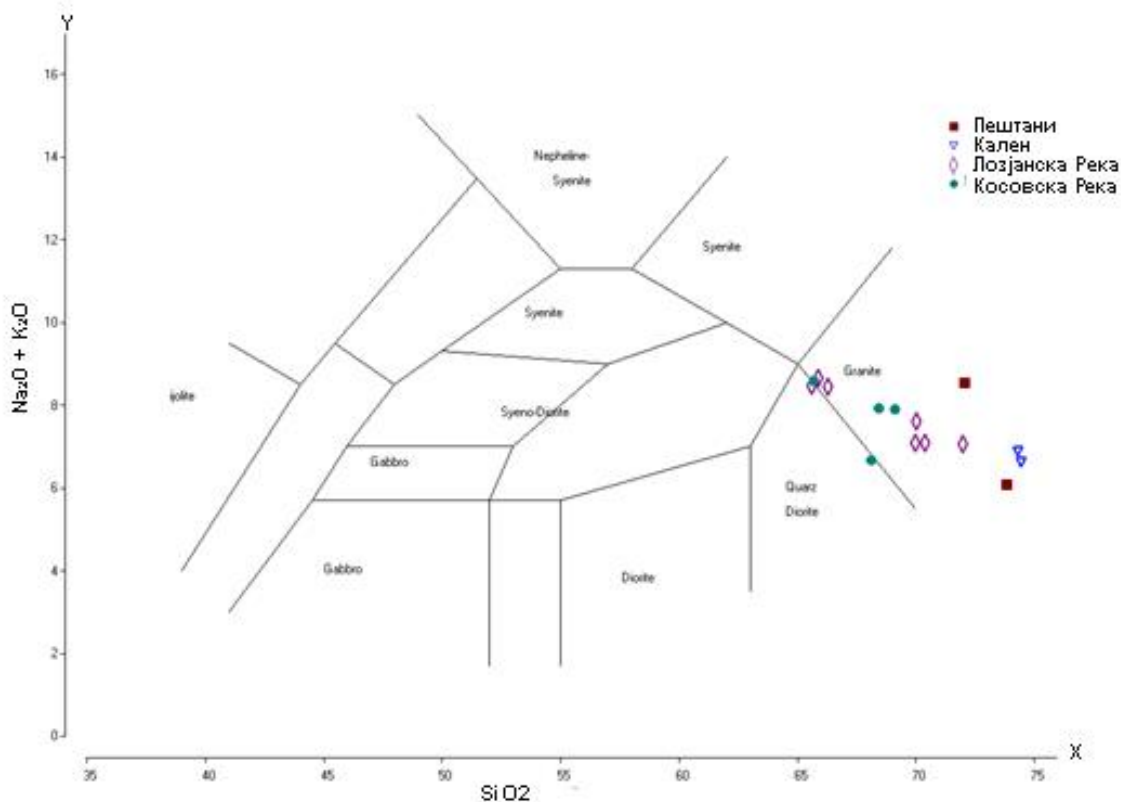
8.2.1. Класификација на карпите спрема $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$

Од големиот број на класификации на магматските карпи, некои се засновани на комплетни хемиски анализи, а други само на дел од хемискиот состав. Овде се користени класификации кои се зановани на дел од хемискиот состав.

Двокомпонентните дијаграми на оксидите на главните елементи се најпогодни за класификација на магматските карпи. Еден до нив ги вклучува содржините на вкупните алкалии $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ во однос на SiO_2 . Cox et al. (1979) први укажале на теоретските причини за одбирање на SiO_2 и $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ како основа за класификација на магматските карпи.

Во сите овде испитувани карпи, во различна мерка се одиграле процесите на алтерациите. Вкупните содржина на $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ и содржината SiO_2 се земени директно од хемиските анализи претходно пресметани на 100.00%.

На слика 178 деден дијаграм за класификација на гранитоидните карпи од проучуваното подрачје.



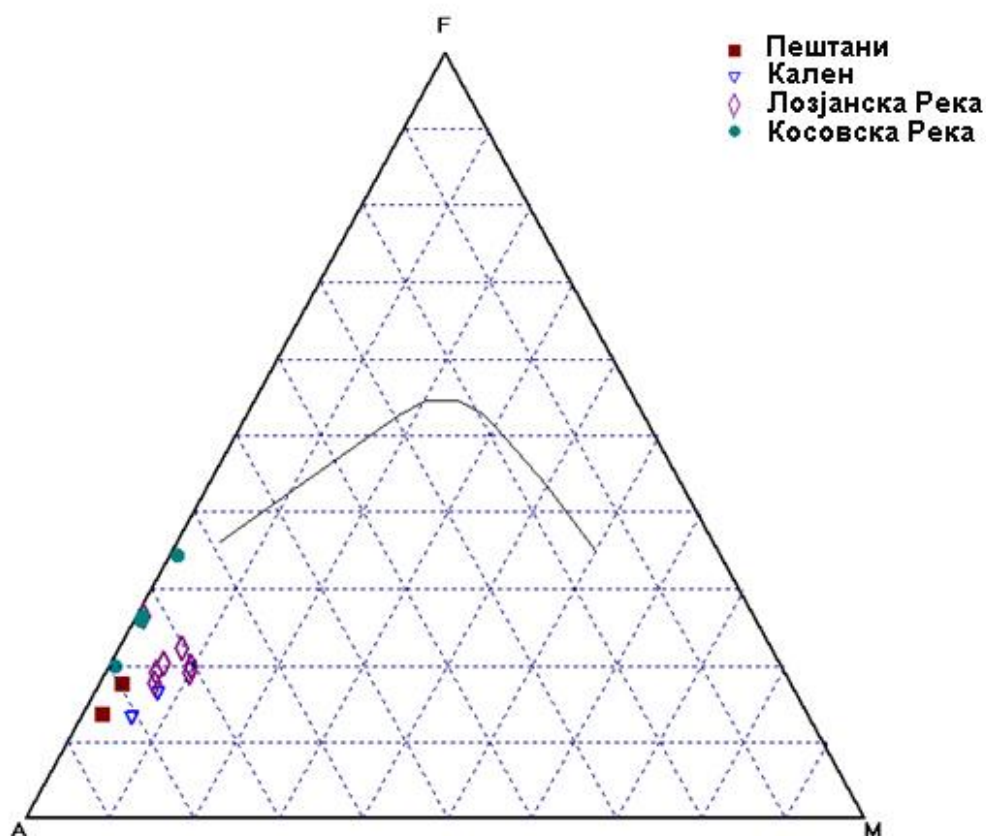
Слика 178. Класификација на проучуваните гранитоидни карпи спрема дијаграмот на Cox et al. (1979)

Figure 178. Classification of the studied granitoid rocks towards diagram of Cox et al. (1979)

Генерално може да се заклучи дека испитуваните гранитоидни карпи припаѓаат во групата на гранодиорити до граните кое нешто е согласно и со досегашните проучувања и класификации на карпите. Неопходно е да напоменеме дека нашите испитувања се базираат на мал број на податоци, но за поконкретни и поверодостојни интерпретации се неопходни значително поголем број на испитувања.

8.2.2. AFM дијаграм

AFM дијаграмот е најпопуларен од трикомпонентните варијациски дијаграми а го вклучува збирот $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (A), вкупното железо како FeO (F) и содржината на MgO .



Слика 179. AFM дијаграм за проучуваните гранитоидни карпи

Figure 179. AFM diagram for studied granitoid rocks

AFM дијаграмот се кроисти за утврдување на разликите помеѓу толеитските и калциско – алкалните диференцијациски трендови во субалкалните серии на магмаи. Грничната линија која ги одвојува карпите на калциско – алкалната серија од карпите на толеитската серија ја предложиле Kuno (1968) и Irvin & Baragar (1971). Двајцата автори го користеле F пресметано како FeO.

Испитуваните карпи на AFM дијаграмот формираат диференцијациски тренд карактеристичен за еволуирани калциско – алкални серии на карпи.

8.3. МИКРОЕЛЕМЕНТИ

Микроелементите во гранитоидните карпи се застапени во mg/kg и $\mu\text{g/kg}$ концентрации (39). Во магматските карпи микроелементите се анализираат како компатибилни и некомпатибилни во зависност од наклонетоста за вградување во кристалите (компатибилни елементи) или за останување во растворот (некомпатибилни елементи).

Содржината на микроелементите е дадена во табела 39. При оценката на микроелементите во предвид се земени и алтерисаните примероци што се покажало дека и кај многу силни алтерации слабо мобилните елементи остануваат во примерокот во примарниот сооднос.

Врз основа на дистрибуцијата на поедините микроелементи до одредена мерка можат да се следат петрохемиските карактеристики на испитуваните гранитоидни карпи. Поедини диференцијациски низови се карактеризираат со обогатување или осиромашување со микроелементи, зависно од карактерот на магмата и нејзината консолидација на одредени нивоа.

На слика 180 се дадени Харкеровите дијармани кои ја презентираат зависноста помеѓу некои микроелементи и SiO_2 .

Ba и Sr се литофилни елементи со големи јони. Во гранитоидните карпи Ba се содржи во K – фелдспат и биотитот, додека Sr главно е присутен во плагиокласот. Во гранитоидните карпи содржината на Sr се движи од 141 ppm до 151 mg/kg од локалитетот Кален, 318 - 428 mg/kg од Пештани, 275 ppm од Косовска река, од 268 ppm до 283 ppm од Лозјанска река. На слика 34b е дадена зависноста помеѓу Sr и

SiO₂. Од приложената слика се гледа дека постои негативна корелација што значи со згоемувањето на содрините на SiO₂ се намалуваат содржините на Sr.

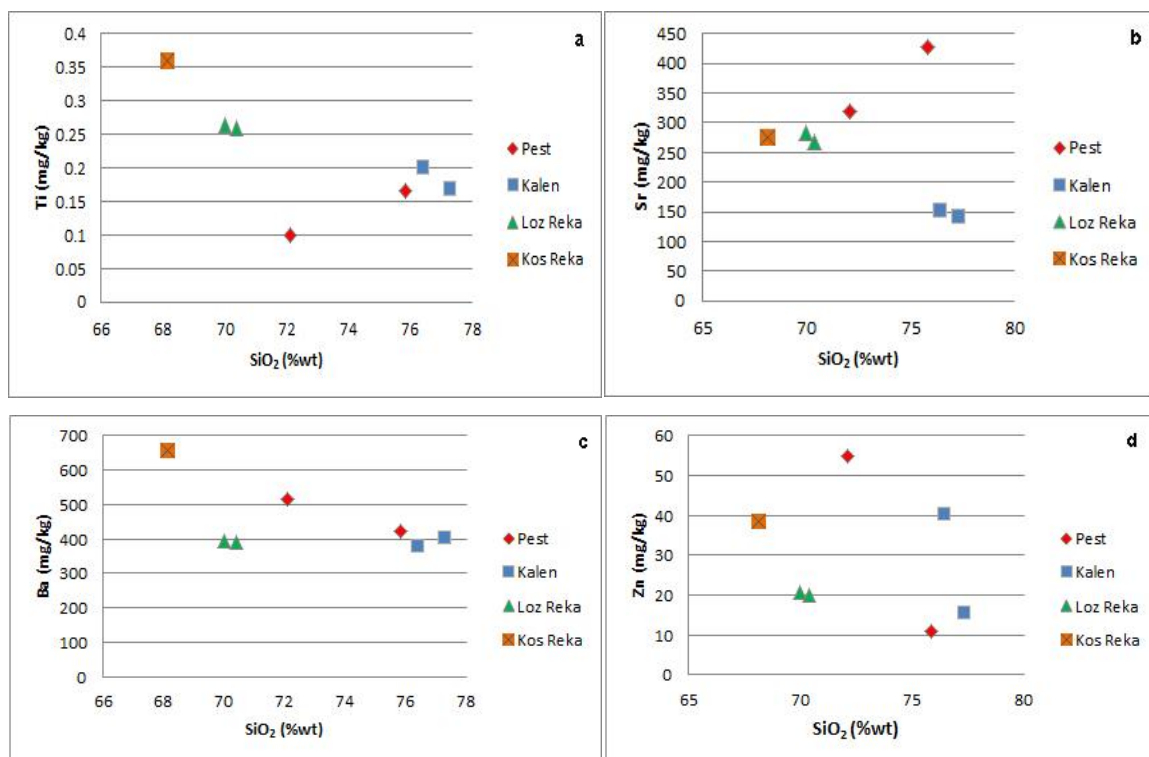
Табела 39. Содржина на некои микроелементи во испитуваните гранитоидни карпи
Table 39. Content to a microelements examined in granitoid rocks

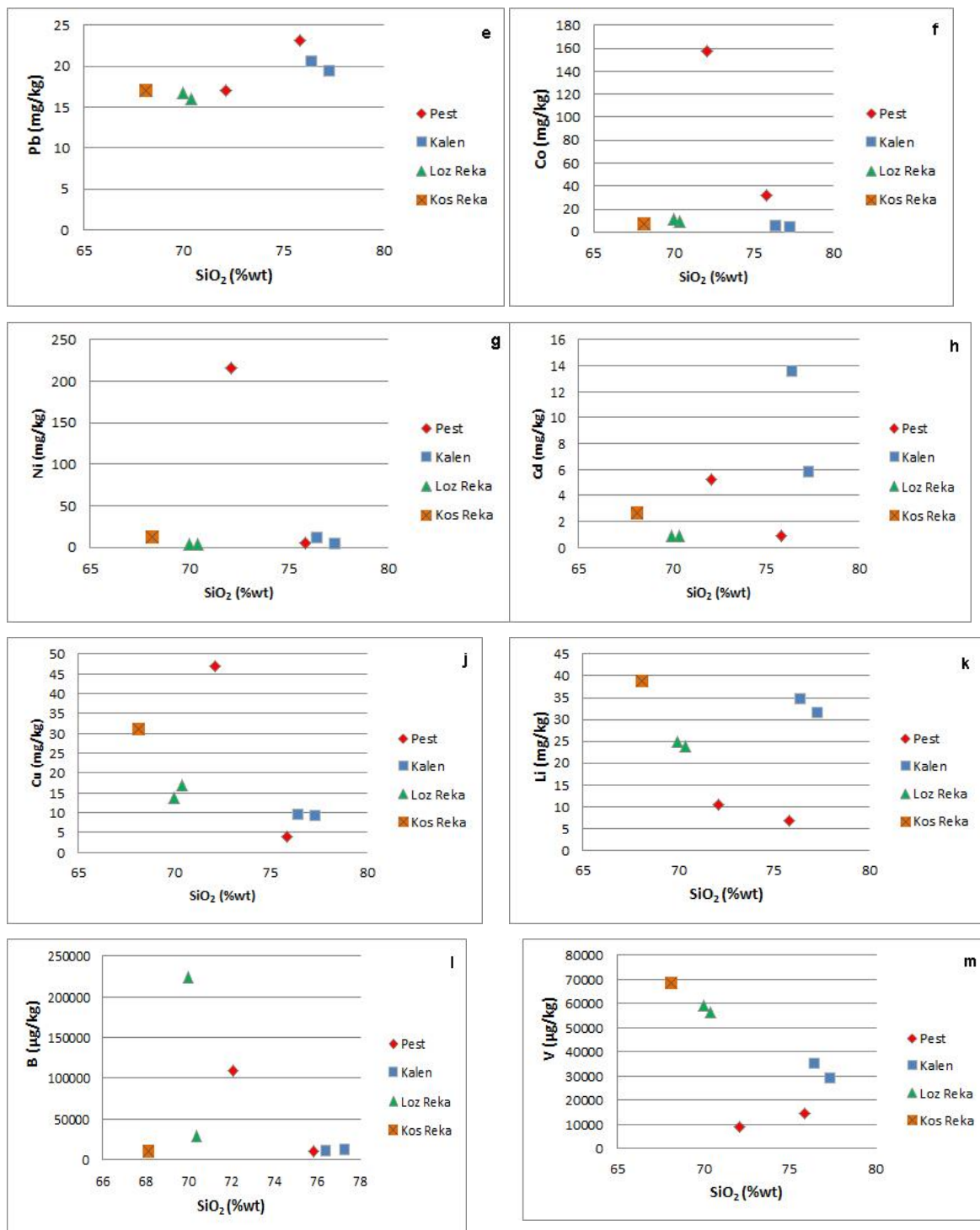
Проба/Елемент	Kr-1	Lr-1	Lr-2	Pes 1	Pes-2	Kal-1	Kal-2
Ti (%)	0.36%	0.26	0.264	0.1	0.165	0.201	0.168
Sr (mg/kg)	275	269	283	318	428	151	141
Ba (mg/kg)	658	392	395	515	424	380	401
Zn (mg/kg)	38.5	19.9	20.5	54.7	10.9	40.1	15.6
Pb (mg/kg)	17.1	16	16.8	17	23.1	20.5	19.3
Co (mg/kg)	6.8	9.4	10.8	157	32	5.2	4.3
Ni (mg/kg)	12.7	4.6	4.6	21.6	5.95	11.8	4.6
Cd (mg/kg)	2.7	<1	<1	<1	<1	13.56	5.8
Cu (mg/kg)	31.2	16.9	13.7	46.8	4.1	9.5	9.2
As (mg/kg)	1.94	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Li (mg/kg)	38.7	23.8	24.9	10.5	6.8	34.5	31.4
B (µg/kg)	10214	29879	224384	109442	<10 000	<10 000	11283
V (µg/kg)	68327	56342	59348	8747	14560	34976	29003
Mo (mg/kg)	<1000	<1000	1008	<1000	<1000	1396	2015
Sb (mg/kg)	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Be (µg/kg)	2294	1898	2031	3050	2211	2155	1925
Bi (µg/kg)	<10000	<10 000	<10 000	<10 000	<10 000	<10 000	<1000
Ga (µg/kg)	200007	13239	13792	16621	15094	13196	13544
Ge (µg/kg)	<1000	<1000	<1000	<1000	1250	<1000	<1000
Sn (mg/kg)	3822	3236	3312	6972	3541	2933	2507
Pd (µg/kg)	1029	<1000	<1000	<1000	<1000	1824	1641
Se (µg/kg)	1603	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000

Испитуваните магматски карпи исто така се обогатени со Ba чии содржини се движат од 380 mg/kg до 401 mg/kg од Кален, 424 mg/kg од Пештани, 658 mg/kg од Косовска река, од 392 mg/kg до 395 mg/kg од Лозјанска река. На слика 34с е дадена зависноста помеѓу Ba и SiO₂. Од приложената слика се гледа дека постои негативна корелација што значи со згоемувањето на содрините на SiO₂ се намалуваат содржините на Ba.

Од анализираниите микроелементи внимание заслужуваат содржините на Ti чиј резултати се презентирани во Табела 39. Од презентираниите податоци се гледа дека содржината на Ti се движат во границите од од 0.168% до 0.201% од Кален, 0.1 до 0.165% од Пештани, 0.26% од Косовска река, од 0.2% до 0.264% од Лозјанска река. На слика 34a е дадена зависноста помеѓу Ba и SiO₂. Од приложената слика се гледа дека постои негативна корелација што значи со зголемувањето на содржините на SiO₂ се намалуваат содржините на Ti.

На слика 180d не постои корелативност помеѓу содржините на Zn и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено намалување на содржината на Zn. Содржините на Zn се движат во следните граници: од 10.9 до 54.7 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 15.6 до 40.1 mg/kg кај гранодиоритите од Кален, од 19.9 до 20.5 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 38.5 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Zn се констатирани кај гранодиоритите од Пештани (54.7 mg/kg) каде се констатирани и најголеми варијации во содржините на спомантиот елемент.





Слика 180. Варијациони дијаграми за некои микроелементи во однос SiO_2 како индекс на диференцијација за гранитоидите

Figure 180. Diagrams variations of some microelements compared SiO_2 as an index of differentiation for granitoids.

На слика 180 не постои корелативност помеѓу содржините на Pb и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено зголемување на содржината на Pb. Содржините на Zn се движат во следните граници: од 17 до 23.1 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 19.3 до 20.5 mg/kg кај гранодиоритите од Кален, од 16 до 16.8 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 17.1 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Pb се констатирани кај гранодиоритите од Пештани (23.1 mg/kg) каде се констатирани и најголеми варијации во содржините на спомантиот елемент.

На слика 180f не постои корелативност помеѓу содржините на Co и SiO₂. Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено намалување на содржината на Co. Содржините на Co се движат во следните граници: од 32 до 157 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 4.3 до 5.2 mg/kg кај гранодиоритите од Кален, од 9.4 до 10.8 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 6.8 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Co се констатирани кај гранодиоритите од Пештани (157 mg/kg) каде се констатирани и најголеми варијации во содржините на спомантиот елемент.

На слика 180g не постои корелативност помеѓу содржините на Ni и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено намалување на содржината на Ni. Содржините на Ni се движат во следните граници: од 5.95 до 216 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 4.6 до 11.8 mg/kg кај гранодиоритите од Кален, 4.6 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 12.7 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Ni се констатирани кај гранодиоритите од Пештани (216 mg/kg) каде се констатирани и најголеми варијации во содржините на спомантиот елемент.

На слика 180h постои корелативност помеѓу содржините на Cd и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено зголемување на содржината на Cd. Содржините на Cd се движат во следните граници: од 0.9 до 5,2 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 5.8 до 13.56 mg/kg кај гранодиоритите

од Кален, 0.89 - 0.9 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 2.7 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Cd се констатирани кај гранодиоритите од Кален (13.56 mg/kg) каде се констатирани и најголеми варијации во содржините на спомантиот елемент.

На слика 180k постои корелативност помеѓу содржините на Li и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено зголемување на содржината на Li. Содржините на Li се движат во следните граници: од 6.8 до 10.5 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 31.4 до 34.5 mg/kg кај гранодиоритите од Кален, 23.8 - 24.9 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 38.7 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Li се констатирани кај гранодиоритите од Косовска Река (38.7 mg/kg).

На слика 180l не постои корелативност помеѓу содржините на B и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено намалување на содржината на B. Содржините на B се движат во следните граници: од 9 900 до 109 442 µg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 9 970 до 11 283 µg/kg кај гранодиоритите од Кален, 29 878 – 22 4384 µg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 10 214 µg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на B се констатирани кај гранодиоритите од Лозјанска Река (38.7 µg/kg).

На слика 180m не постои корелативност помеѓу содржините на V и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено намалување на содржината на V. Содржините на V се движат во следните граници: од 8 747 до 14 560 µg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 29 003 до 34 976 µg/kg кај гранодиоритите од Кален, 56 342 – 59 348 µg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 68 327 µg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на V се констатирани кај гранодиоритите од Косовска Река (68 327 µg/kg).

На слика 180j не постои корелативност помеѓу содржините на Cu и SiO₂. . Имено, со зголемување на содржината на SiO₂ доаѓа до постепено намалување на содржината на Cu. Содржините на Cu се движат во следните граници: од 4.1 до 46.8 mg/kg кај гранодиоритите од Пештани, од 9.2 до 9.5 mg/kg кај гранодиоритите од Кален, 13.7 – 16.9 mg/kg кај гранодиоритите Лозјанска Река и 31.2 mg/kg кај проучуваните карпи од Косовска Река. Од презентираниите податоци се гледа дека највисоки содржина на Cu се констатирани кај гранодиоритите од Пештани (46.8 mg/kg) каде се констатирани и најголеми варијации во содржините на спомантиот елемент.

9.0. ГЕНЕТСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Гранитоидните карпи и нивните жилни диференцијати претставуваат битен дел на Пелагонискиот масив, особено во неговиот јужен дел. Гранитоидите се јавуваат во многу бројни мали и големи тела чија појава се зголемува од рабните кон централните делови на Пелагонискиот масив каде што тој е најдлабоко еродиран. Гранитоидните тела најчесто имаат неправилна форма и ги сечат околните метаморфни карпи, кои наместа, како реликти од пликативни структури, “пливаат” преку нив. Во подлабоките делови гранитоидите во целост преминуваат во еден гранитоиден масив како единствен плутон. Гранитоидните тела што излегуваат на површина се јавуваат во форма на штокови, но претежно образуваат лаколити и стратифицирани издолжени тела кои се паралелни со фолијацијата.

Според Думурџанов (1986) Пелагониските гранитоиди во постарата литература (Мариќ, 1940 и др.) се познати како прилепски гранити, меѓутоа со детапните проучувања вршени последните години е утврдено дека тие се претставени претежно со гранодиорити (околу 70 %) и кварцдиорити (околу 20 %), а помалку се кварцмонзонити и гранити.

Со начинот на појавување, местоположбата во прекамбријскиот комплекс и контактот со останатите литолошки членови на метаморфниот комплекс, гранитоидите се манифестираат како мошне стари магматити, тесно поврзани за циклусот на метаморфно - магматските и тектонските процеси на прекамбријската ера, т.е. се поврзани со гренилската тектогенеза. Изотопската старост на

гранитоидите е утврдена со K/Ar методот и изнесува преку 800 мил. год. (Делеон, 1966).

Мошне едноставниот состав на гранитоидниот магматизам од почетната до завршната фаза и отсуството на побазични магми во процесот укажуваат дека магмите биле образувани со претопување на карпи блиски на гранитоидите, односно се настанати со палингенеа на комплекс на карпи сличен на гнајсно - микашистната серија. Магмите биле формирани длабоко во Земјината кора под дејство на висока компресија за време на регионалниот метаморфизам, но поради високите притисоци во околните метаморфити не можеле да се втиснуваат. Нивното втиснување почнало дури по значителното попуштање на притисоците во метаморфната обвивка, а по речиси целосното смирување на притисоците дошло и до завршното втиснување на гранитоидните магми, односно до нивно завршно оформување. Овие процеси продолжувале стотина милиони години.

Поради специфичните услови на генезата на гранодиоритската магма и нејзиното втиснување во околните метаморфити не е можно да се издвојат сите пулсации во магматогениот процес. Меѓутоа, врз основа на минералошкиот состав, структурно - текстурните карактеристики, нивните меѓусебни контактни односи и местоположбата на гранодиоритите во метаморфната обвивка, сепак во гранитоидниот магматизам се издвојуваат три сигурни пулсации, т.е. три фази на втиснување, прва и втора гранитоидна фаза и образување на дијашистни жилни карпи.

Прва гранитоидна фаза - Според распространетоста и бројот на различните вариетети, оваа фаза има подредена улога во споредба со втората. Меѓутоа, мошне значајни се појавите на метасоматски промени во метаморфитите претставени со биотитски ореоли околу гранитоидните тела и широки фронтони на порфиروبластични гнајсеви. Главни продукти на оваа фаза се порфиرويدните гранодиорити кои, локално, ретко преминуваат во кварцмонзонити и гранити.

Гранитоидните тела од оваа фаза формираат помали тела главно со издолжена форма, кои најчесто се ориентирани паралелно со оските на антиформите, лежат во крилата или темињата на тие форми и речиси секогаш заземаат повисоко литостратиграфско ниво во споредба со гранитоидите од втората фаза.

Позначајни појави на овие гранитоиди се откриени на потегот Бабуна - Мукос, во северниот дел на Пелагонот, а се присутни и на Селечка Планина - Кајмакчалан, во јужниот дел.

Порфиرويدни гранити - се сиви до темносиви, поретко розеникави со порфиرويدна структура и масивна до шкрилеста текстура, во кои се присутни фенокристапи од К - фелдспати со големина до 5 см. Основната маса им е гранобластична, ретко со кварцдиоритски состав, додека К - фелдспати и даваат на карпата поалкален состав. Тие се состојат од: плагиокласи, К - фелдспати, кварц и биотит. Плагиокласите се со делумно или интензивно алтерисан олигоклас и решеткаст микроклин како во основната маса, така и како фенокристали. Во споредни количини содржат: титанит, циркон и ортит, а секундарни: серицит, цоисит, клинокросит, хлорит и др.

Гранитите - се ретки литолошки членови на првата фаза. Тие се јавуваат како периферни диференцијати на гранодиоритите или се претставени со мали издолжени тела со зашкрилена текстура и гнајсолик изглед. Главни минерали во нив се: К - фелдспати, плагиокласи, кварц и биотит.

Втора гранитоидна фаза - Магмите од втората гранитоидна фаза се втиснувале многу подапеку од огништето на нивното формирање во надолжно лабилни (пермеабилни) простори, во услови на речиси целосно смирување на компресијата и значително оладување на метаморфната обвивка. Поради тоа метасоматските влијанија врз метаморфниот комплекс се значително послаби и се претставени со потесни биотитски ореоли околу покрупните гранитоидни тела и со формирање на хомогени мигматити. Карактеристично за оваа фаза е тоа што некои од покрупните гранитоидни тела извршиле деформација до целосно уништување на постојните наборни структури.

Продуктите од втората гранитоидна фаза се концентрирани главно по должина на централната оска на Пелагонот (Бабуна – Прилеп - Селечка Планина - Кајмакчалан), но поретко се јавуваат и во периферните делови. При тоа, интрузивните типови се претставени со повеќе литолошки членови. Покрупните маси имаат закономерен начин на појавување. Имено, како резултат на магматската диференцијација централните и подлабоки делови на крупните

гранитоидни маси се најбазични, а периферните и поплитките делови се претставени со покисели, односно најкисели вариетети од гранитоидите. Притоа, редоследот на појавување на одделните типови од центарот кон периферијата е: кварцдиорит – гранодиорит – кварцмонзонит - гранит, или кварцдиорит - гранодиорит или гранодиорит – кварцмонзонит - гранит.

Кварц - диоритите во поширока смисла се застапени главно како тоналити, а подредено како типични кварцдиорити. Изградени се од: силно до наполно алтерисани плагиокласи, кварц, биотит и до 5 % со К - фелдспати. Споредно содржат: титанит, рутил, апатит, циркон и секундарни: серицит, цоисит, клинодиопсид, епидот и албит.

Крупнокристалестите гранодиорити се најраспространети литолошки типови од втората гранитоидна фаза. Тоа се сиви до темносиви, крупно до среднозрнести со постепен преод меѓу нив. Изградени се од: плагиокласи, К- фелдспати, кварц и биотит. Споредно содржат: мусковит, ортит и хлорит. Плагиокласите се делумно алтерисани и претставени со олигоклас - албит и андезин. Калиските фелдспати се јавуваат во неправилни зрна поретко и во фенокристапи до 2 см големина на микропин и трикпинизиран ортоклас.

Кварцмонзонитите и гранитите се застапени поретко. Најчесто се јавуваат во периферните делови на гранитоидните маси или како помали самостојни тела. Изградени се од К - фелдспати, плагиокласи, кварц и биотит. Поретко содржат: мусковит, гранат, ортит, титанит и секундарни минерали.

Аплитоидните гранити се сосема ретки и се развиени како кисели рабни зони околу некои од интрузивните маси, што претставува најнапреднат, краен степен на магматска диференцијација во магматогената фаза. Тоа се сиви до сивобели, леуократни, ситнозрнести карпи, изградени од: кварц, микроклин и плагиокласи со споредни содржини на: мусковит, биотит, гранат и епидот.

Диашистни жилни карпи - во циклусот на гранитоидниот магматизам на Пелагонот завршните процеси се манифестираат како фаза на формирање на диашистните жилни карпи. Во оваа завршна фаза настанале аплити, пегматити и кварцпегматити.

Аплитите се ретки и со многу мали димензии. Тоа се ситнозрнести, леуократни карпи изградени од: апбит, албит - олигоклас, микроклин и кварц и сосема ретко биотит, мусковит, епидотски минерали и ортит.

Пегматитите се мошне распространети и тие се јавуваат во форма на дајкови, силиви и неправилни тела од помали и од поголеми димензии, кога нивната должина достигнува повеќе од 100 м, а дебелината им е до 20 м. Кај пегматитите е развиена слаба до интензивна метасоматоза и добро изразена зонална градба. Зоналноста се манифестира со кварцен состав во јадрата на телата, обвиткан со зона на крупнозрнест до крупен фелдспат, кога во насока кон контактот со околните гнајсеви преминува во гранитоиден пегматит, збогатен со крупнокристалест мусковит.

Пегматитите имаат релативно сиромашен минерален состав и според застапеноста на фелдспатите се издвојуваат како: микроклин - албитски, албитски и албит - олигокласови. Во одделни локалитети како главни минерали се застапени: кварц, К - фелдспат, албит и мусковит, а ретко албит - олигоклас, епидот, биотит, циркон, гранат и апатит. Позначајни појави на пегматити се наоѓаат на терените на Бабуна, Селечка Планина и Кајмакчалан.

Кварц - пегматитите исто така често се јавуваат во Пелагонот и претставуваат најкисели жилни диференцијати на гранитоидниот магматизам. Тоа се дајкови, силиви и неправилни тела дебели до неколку метри, сместени најчесто во гнајсевите и микашистите, а ретко и во гранитоидите. Минералошки најчесто се чисто кварцни, поретко со развиена мусковитска зона. Ретко содржат: албит или микроклин, рутил, илменит, дистен и хлор - апатит. Позначајни појави на кварцни и кварц - пегматитски жили се јавуваат на подрачјето на планината Бабуна, Селечка Планина и Кајмакчалан.

10. КОМПЈУТЕРСКО МОДЕЛИРАЊЕ И 3Д-МОДЕЛИ

Во овој труд направено е и компјутерско моделирање при што се користени методи на компјутерска обработка на дел од податоците со почетни основи на табеларна база на податоци. Методата на формирање на дигитална база со 3Д-модел, применета на наоѓалиштата “Лозјанска Река, Косовска Река и Кален” е за ограничен број параметри и треба да ги отвори можностите за масовна употреба на компјутерската техника во геологијата и рударството.

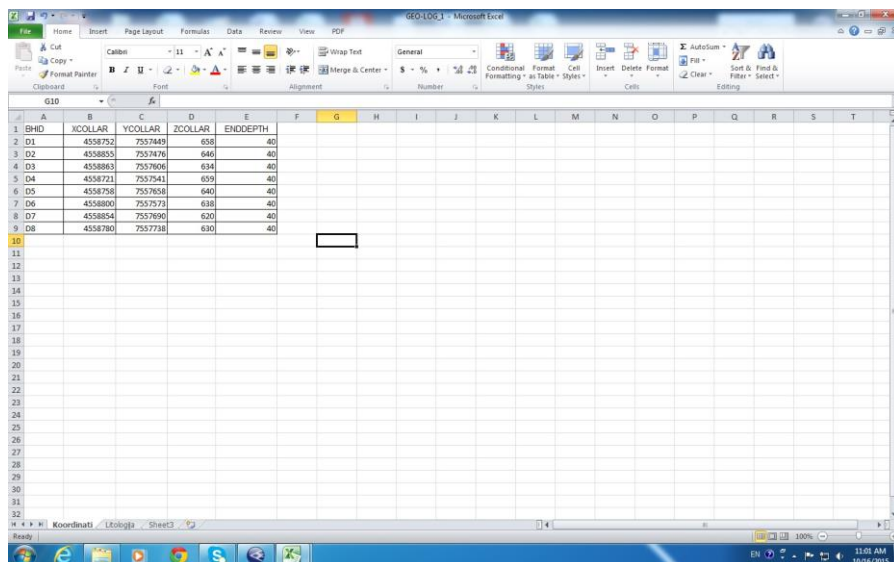
Моделирањето на поедини делови од проучуваните наоѓалишта и сепаратното набљудување на поедините геолошки профили во трите димензии неоспорно доведуваа до насочување и моделирање на перспективните резерви во услови на активна експлоатација со комерцијална димензија. Ваквото моделирање особено има своја непобитна страна во осознавањето на степенот на распуканоста, што е еден од основните услови за комерцијалитетот на финалниот производ.

Направените компјутерски анализи, базата на податоци со 3Д-модел, има за цел да ги прикаже можностите на компјутерската техника во фазата на истражување на дадениот простор, изработката на елаборати, проектирање и следење на динамиката на експлоатација, како и формирање на комплетна дигитална архивска база на податоци за даден рудник.

10.1. НАЧИН НА ИЗРАБОТКА НА 3Д-МОДЕЛ

Најпрвин пред да се започне со 3Д-моделирањето, како почетна база на податоци ги земаме измерените координати (x,y,z) на секоја точка на работна површина или било која точка која сакаме да ја снимиме и прикажеме координатите на мерените точки се снимаат со тотална 102 станица LEICA TS02, на терен се снимаат точките на етажите и тоа и горна и долна граница (бидејќи мора да ја добиеме висинската разлика на етажата).

Откако се снимени координатите (x, y, z) за секоја точка добиените податоци преку Leica Flex Office се пренесуваат во Notepad (слика 181).

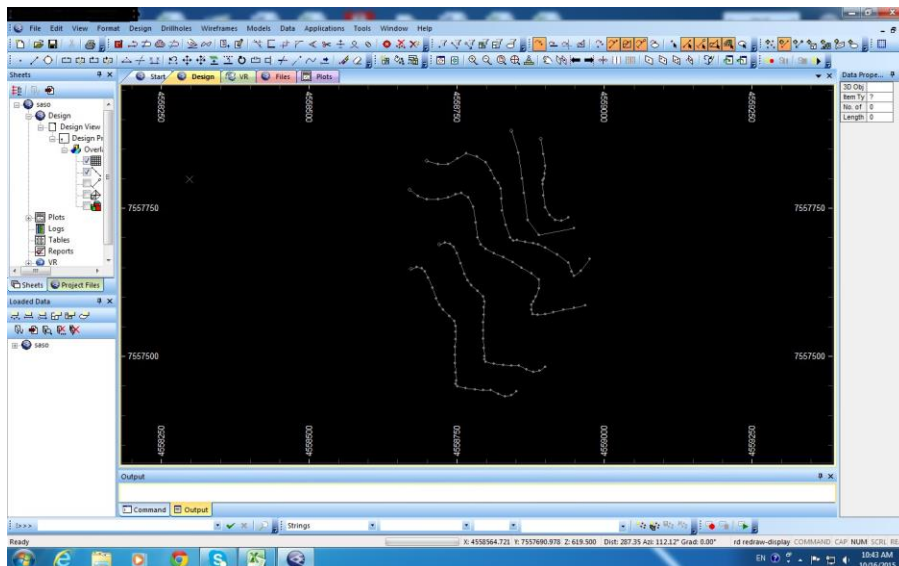


	A	B	C	D	E
1	BHD	XCOLLAR	YCOLLAR	ZCOLLAR	ENDEPT
2	01	4558752	7557449	658	40
3	02	4558855	7557476	646	40
4	03	4558863	7557906	634	40
5	04	4558721	7557541	659	40
6	05	4558758	7557658	640	40
7	06	4558800	7557573	638	40
8	07	4558541	7557690	620	40
9	08	4558780	7557738	630	40

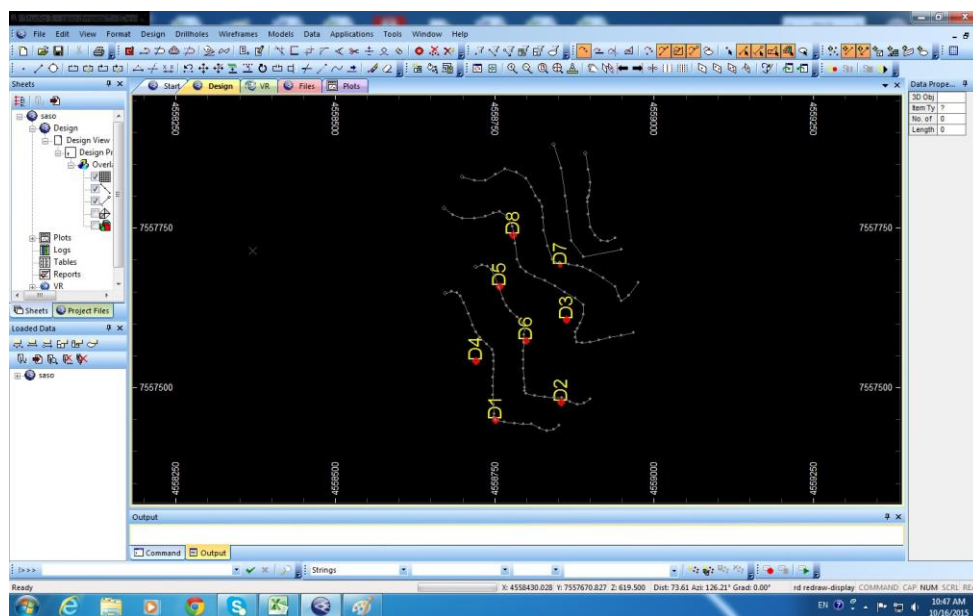
Слика 181. Пример за пренесени вредности на снимените кординати за секоја точка преку Leica Flex Office во Notepad

Figure 181. Example for the transferred shares to the recorded coordinates for each point of Leica Flex Office in Notepad

Пред да се инсертираат во Datamine најпрво истите се пренесуваат во Excel табела во која се запишуваат координатите за секоја точка, а за да можеме да ги разликуваме горните од долните граници пожелно е да се направи табела за боја (Colour табела) со цел да се издвојат односно филтрираат границите (слика 182).



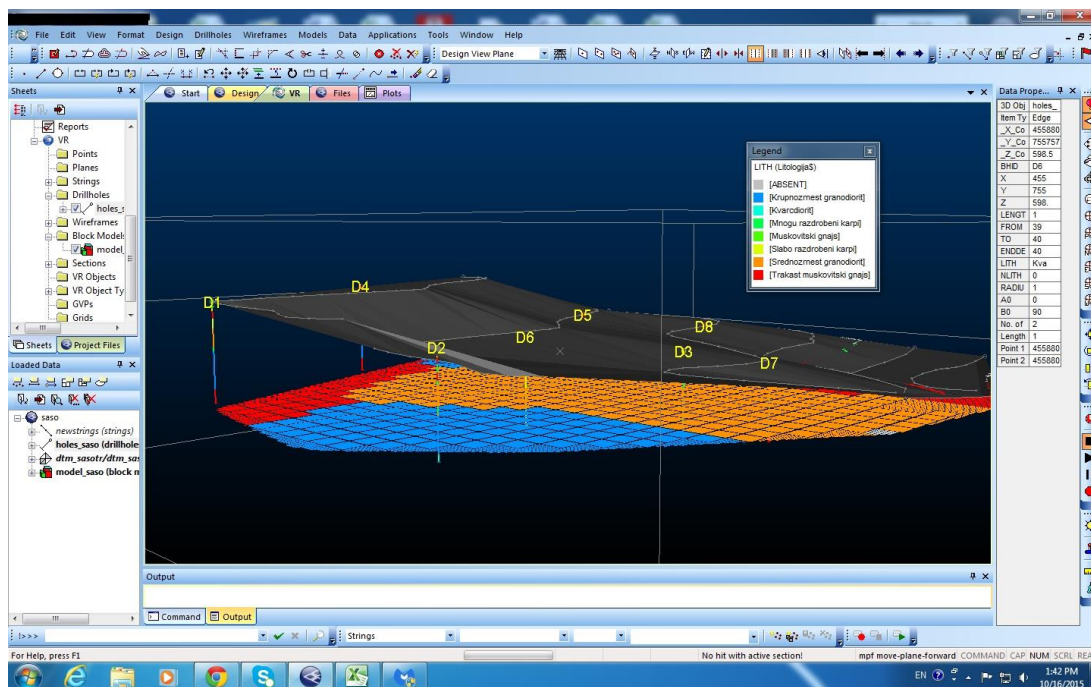
Во Datamine преку средениот Exel file ги импортираме координатите на кои им имаме зададено различни бои и преку Project files→import external data→into project→ODBC→tables ги пренесуваме мерените точки во Datamine со што ги исцртуваме снимените точки со добиените вредности (слика 183).



Слика 183. Пример за внесени податоци од дупнатини во Datamine
Figure 183. Example of entried points from both borders in Datamine.

За поефикасно исцртување на линиите со кои ќе се поврзат точките преку *object→filter→all object→points* ги филтрираме, односно ги делиме само точките од горна и само точките од долна граница. Со *опцијата* New Strings ги поврзуваме точките и од горната и од долната ивица (слика 184).

Откако ќе ги поврземе линиите, следно што се прави е поврзување на линиите со триаголници, односно да се создаде површина помеѓу нив на следниот начин: *Wireframes→interactive DTM creation→Make DTM* (Слика 184). Откако сме ги поврзале триаголниците и откако ќе се провери дали сите функции добро се имплементирани можеме да ја видиме и тродимензионалната слика која сме ја добиле (слика 185).



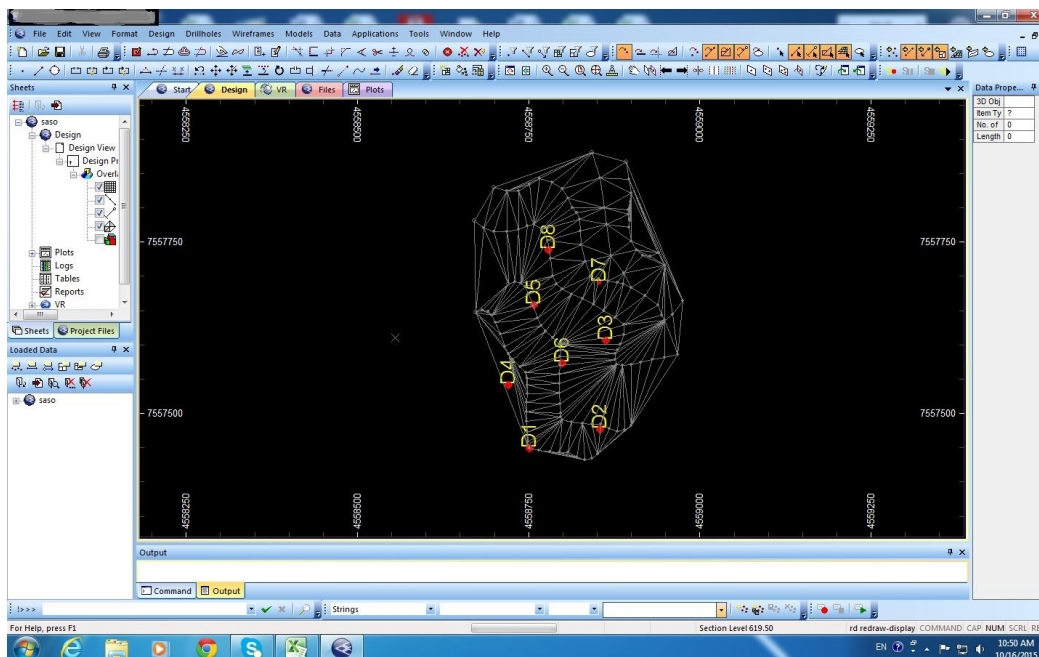
Слика 184. Пример за исцртани линии од двете граници во Datamine

Figure 184. Example of drawn lines from both borders in Datamine.

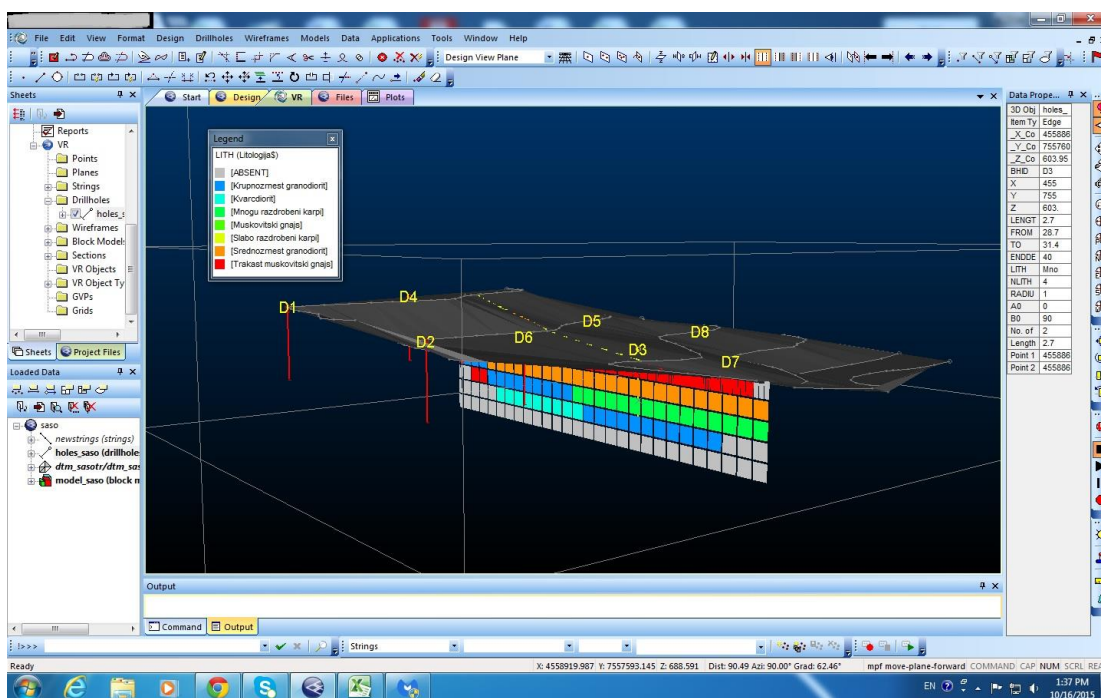
Откако ќе ги поврземе линиите, следно што се прави е поврзување на линиите со триаголници, односно да се создаде површина помеѓу нив на следниот начин: *Wireframes*→*interactive DTM creation*→*Make DTM* (Слика 184). Откако сме ги поврзале триаголниците и откако ќе се провери дали сите функции добро се имплементирани можеме да ја видиме и тродимензионалната слика која сме ја добиле (Слика 185).

3D моделирањето има посебна тежина во рудниците за украсен камен, а посебно во планирањето на експлоатацијата.

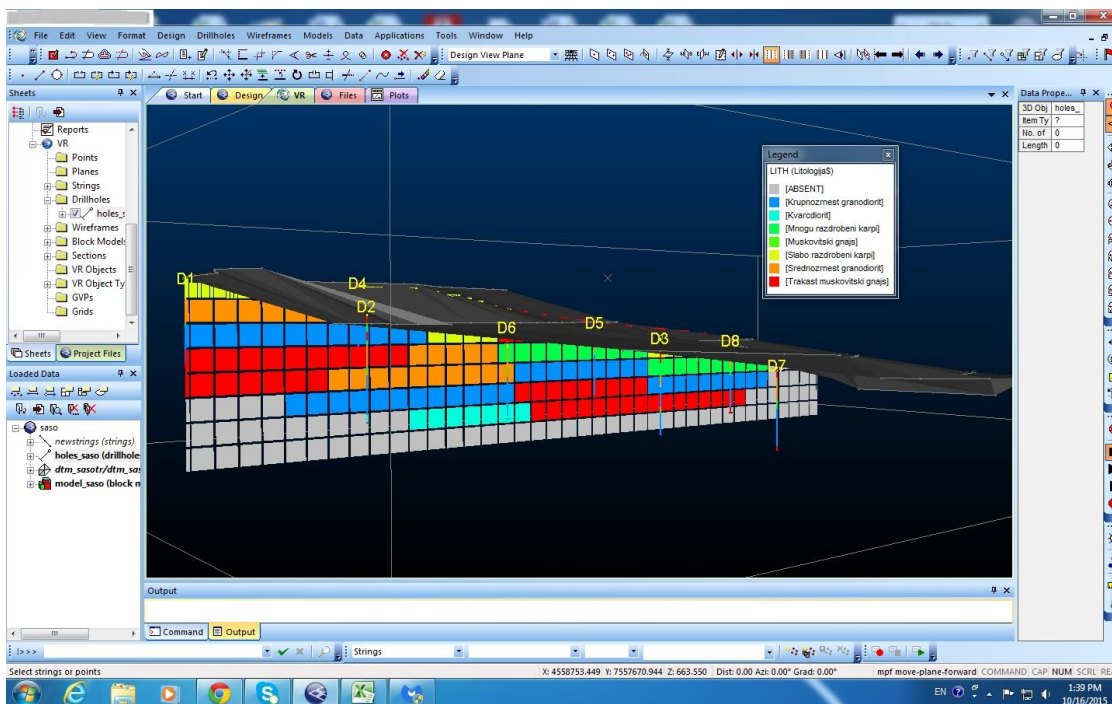
3D-Модел на површинскиот коп Лозјанска Река е даден на слика 185



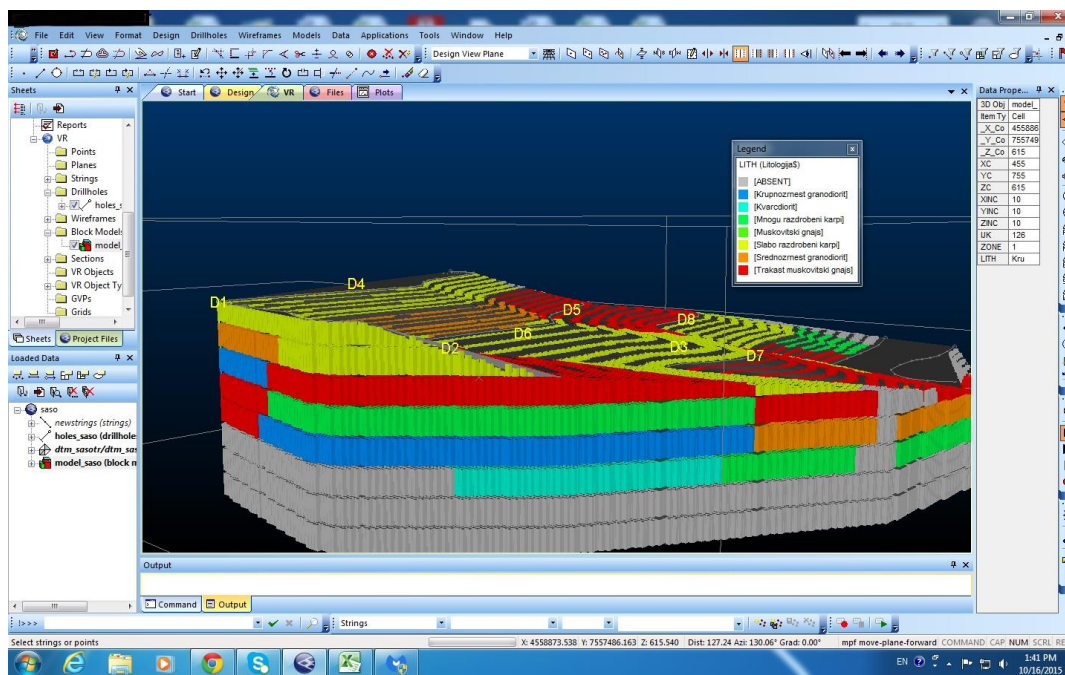
Слика 185. Пример за исцртани триаголници и поврзување на двете граници во Datamine
Figure 185. Example for drawn triangles that connect two borders in Datamine



Слика 186. Надолжен геолошки профил 1
Figure 186. Longitudinal geological profile 1

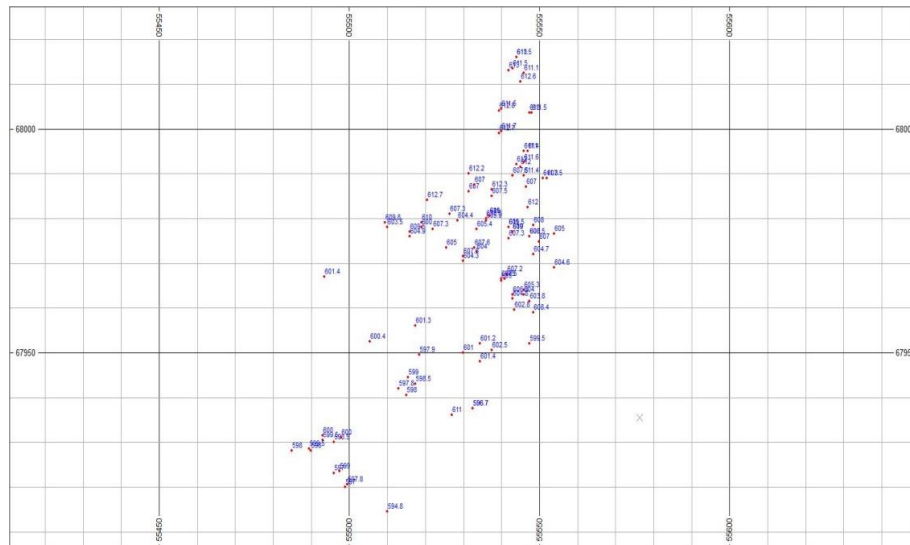


Слика 187. Надолжен геолошки профил 2
Figure 187. Longitudinal geological profile 2



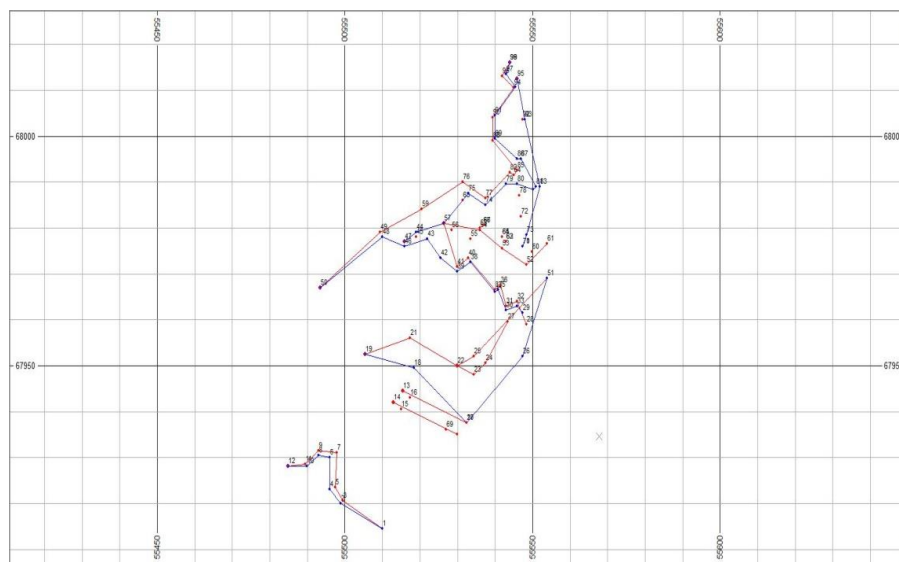
Слика 188. Пример на 3D модел на површински коп Косовска Река изработен во Datamine
Figure 188. Example of 3D model of part of mine “Lozjanska Reka” made in Datamine.

3D МОДЕЛ НА НАОЃАЛИШТЕТО КАЛЕН



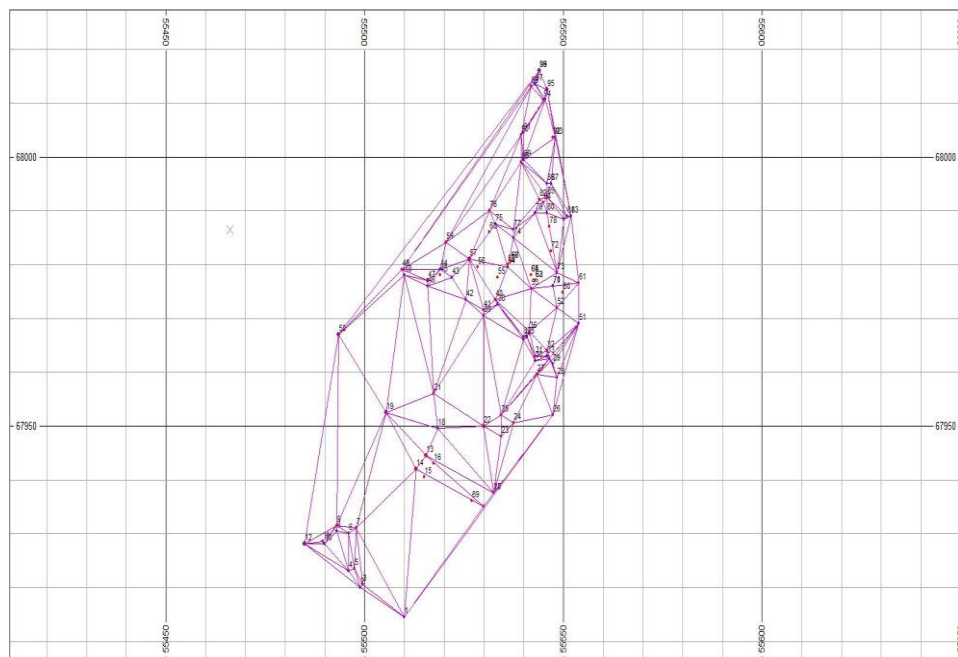
Слика 189. Пример за внесени координати од двете граници

Figure 189. Example of entried points from both borders

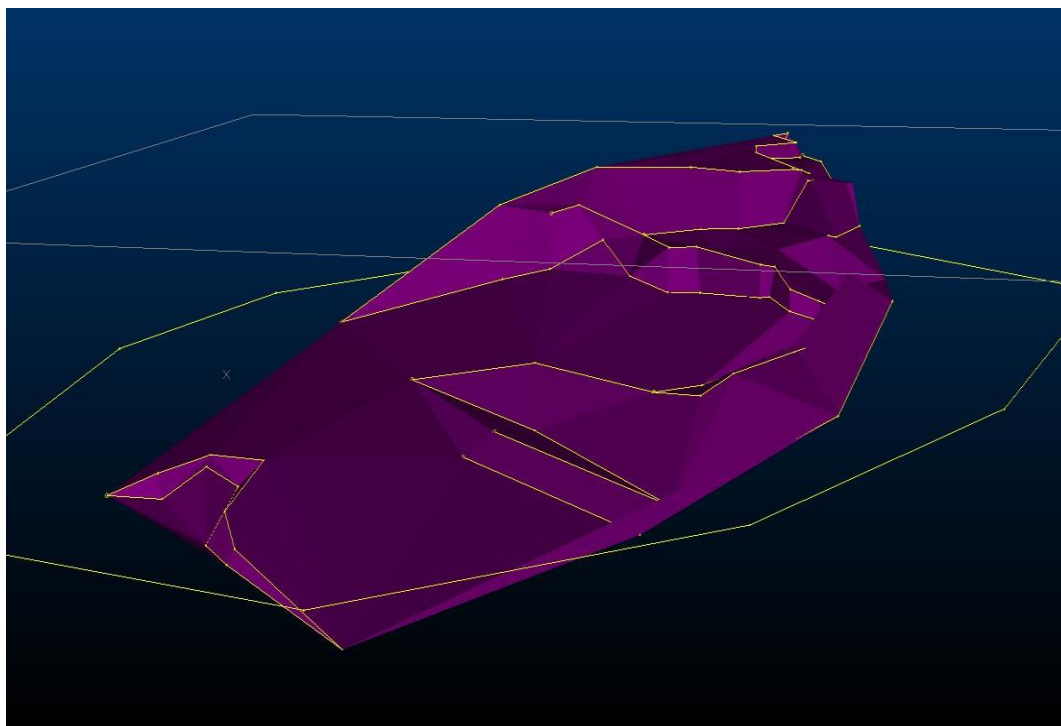


Слика 190. Пример за исцртани линии од двете граници

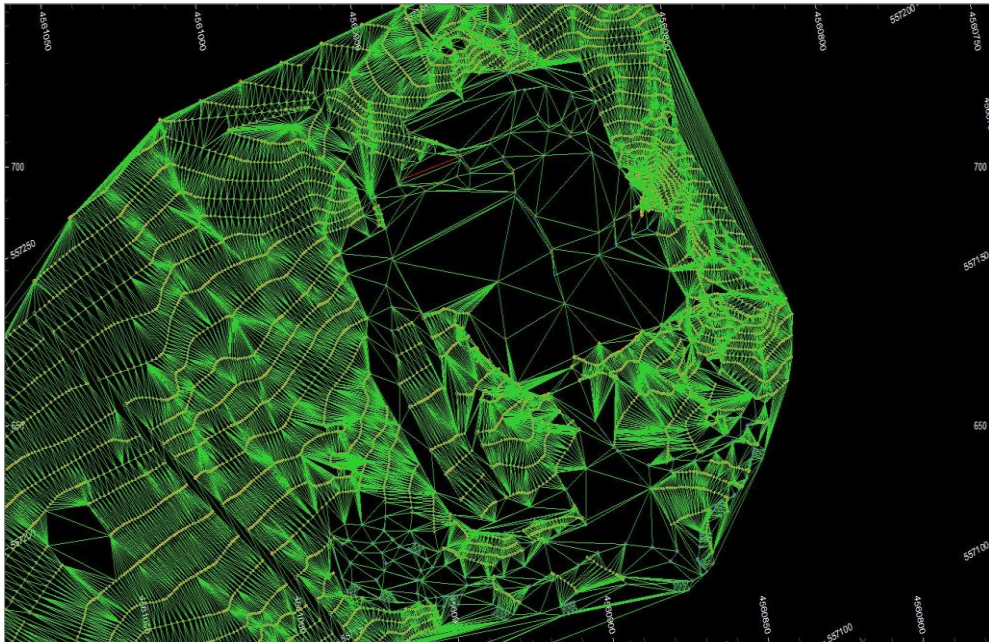
Figure 190. Example of drawn lines from both borders



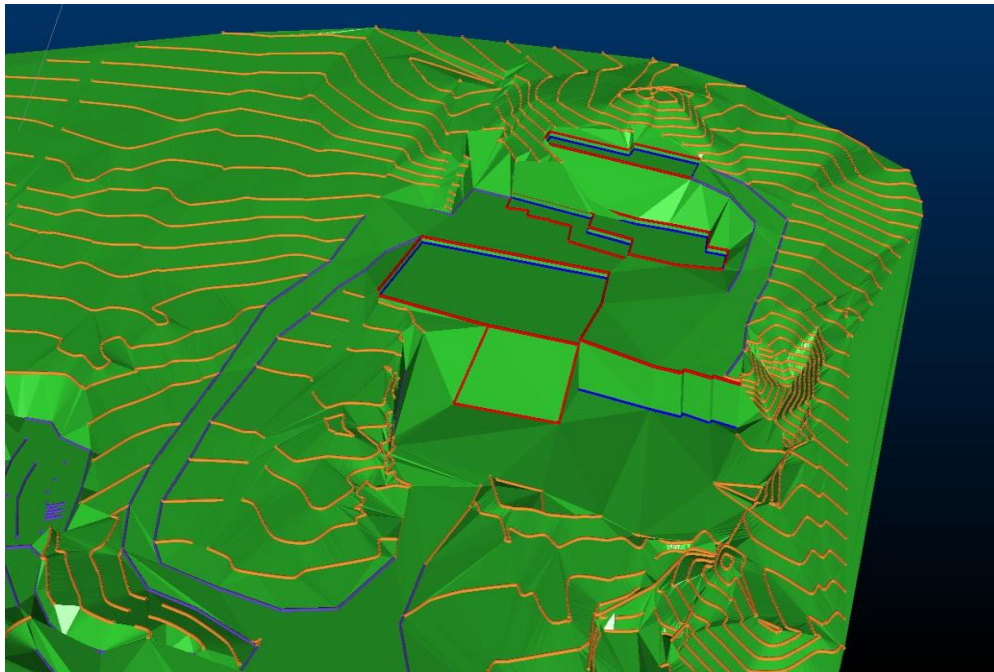
Слика 191. Пример за исцртани триаголници и поврзување на двете граници
Figure 191. Example for drawn triangles that connect two borders



Слика 192. Пример на 3D модел на површински коп Кален
Figure 192. Example of 3D model of part of mine “Kalen”

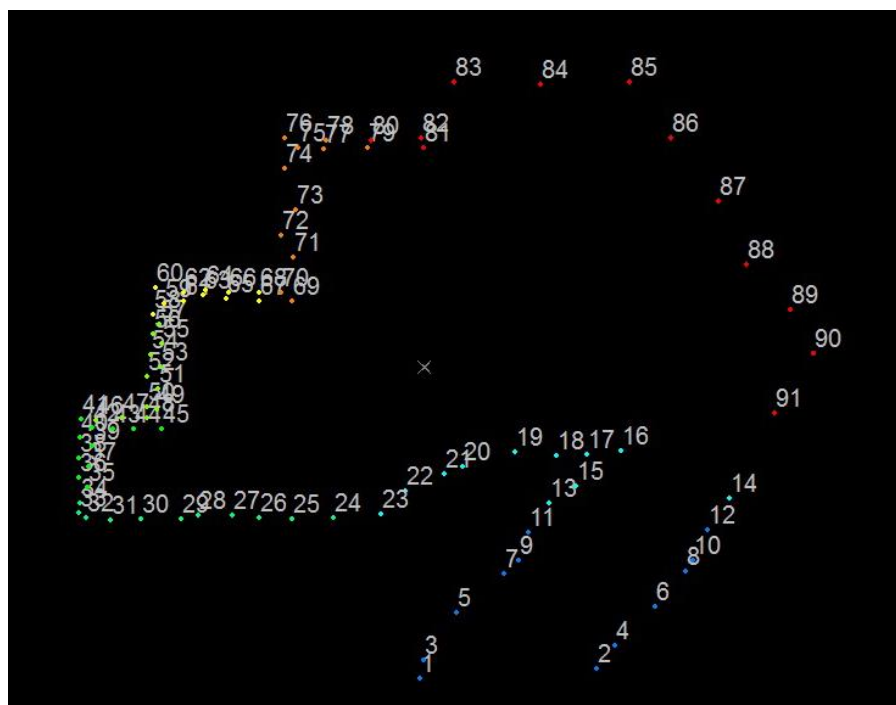


Слика 195. Пример за исцртани триаголници и поврзување на двете граници
Figure 195. Example for drawn triangles that connect two borders

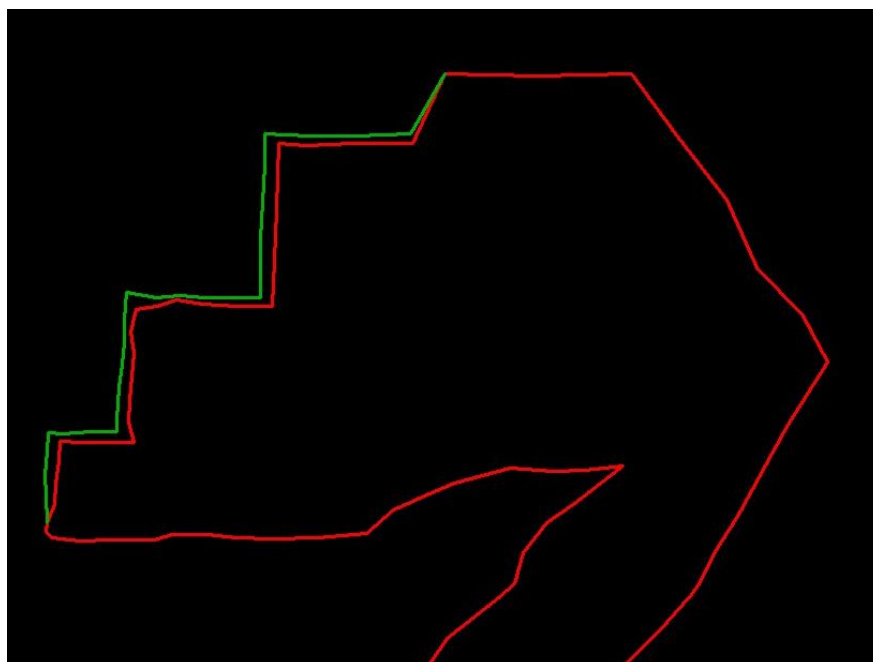


Слика 196. Пример на 3D модел на површински коп Лозјанска Река
Figure 196. Example of 3D model of part of mine “Lozjanska Reka”

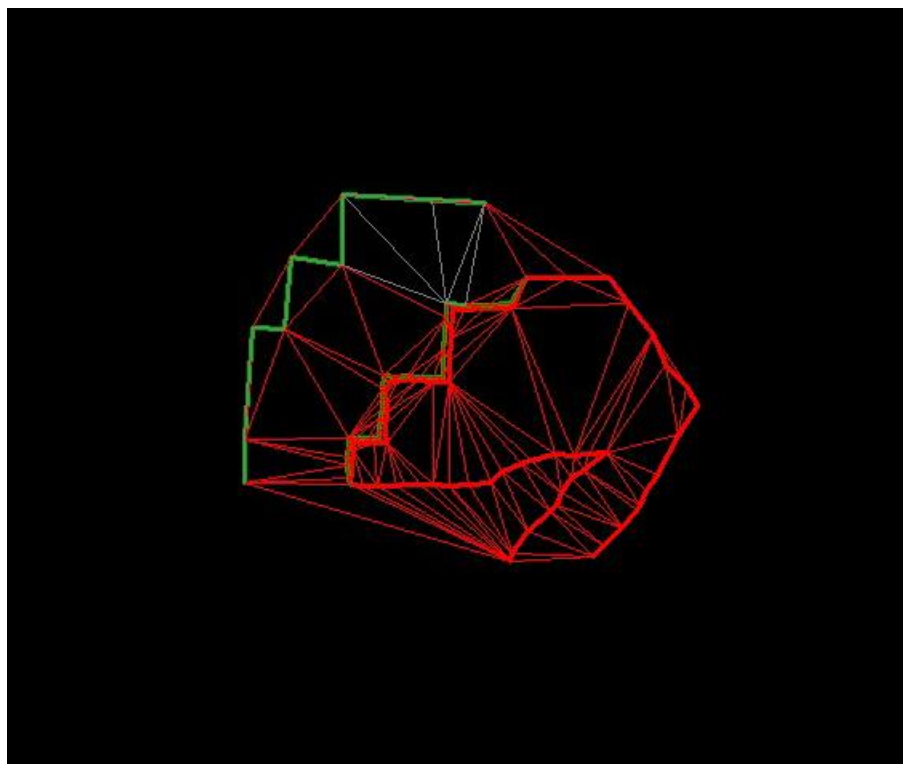
3D МОДЕЛ НА НАОЃАЛИШТЕТО ПЕШТАНИ



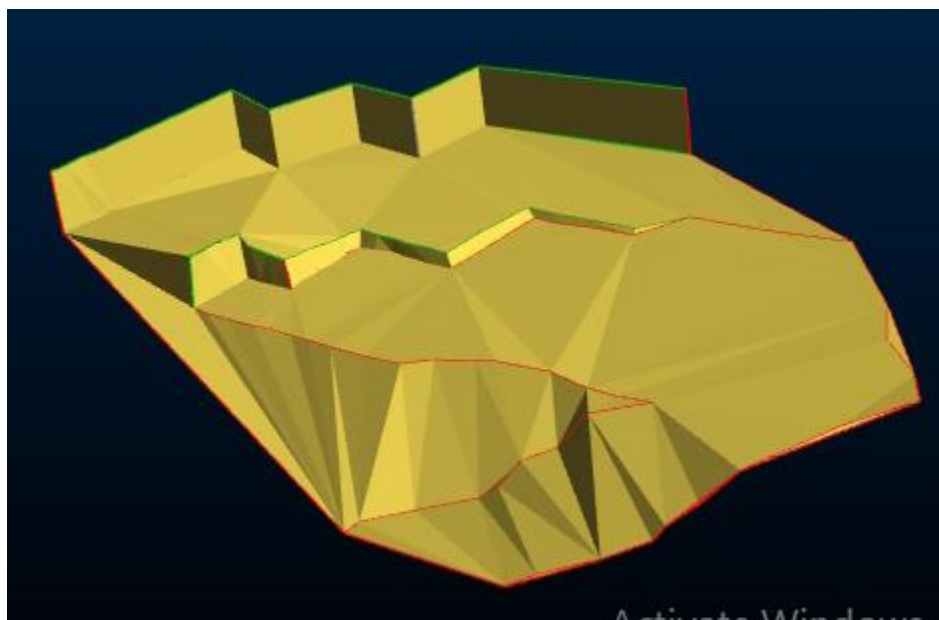
Слика 197. Пример за внесени координати од двете граници
Figure 197. Example of entried points from both borders



Слика 198. Пример за исцртани линии од двете граници
Figure 198. Example of drawn lines from both borders



Слика 199. Пример за исцртани триаголници и поврзување на двете граници
Figure 199. Example for drawn triangles that connect two borders



Слика 200. Пример на 3D модел на површински коп Пештани
Figure 200. Example of 3D model of part of mine “Pestani”

11.0. ЗАКЛУЧОК

Наоѓалиштата на гранитоидните карпи кои се предмет на нашите проучувања се наоѓаат на локалитетите Лозјанска река (Крушевица), Косовска река (Чаниште), Кален и Пештани со генерално протегање ССЗ – ЈЈИ и се наоѓаат јужно од градот Прилеп.

Врз основа на резултатите од ипитувањето, со современ пристап и користењето на аналитичките податоци даден е петрографски приказ на гранитоидни карпи. Хемискиот состав на карпите заедно со нивниот квантитативен минерален состав и хемискиот состав на минералните фази послужија како основа за нивна класификација.

Кварцот е најмногу застапен во сите испитувани карпи што укажува дека кварцот во голем процент е застапен во матриксот на карпите. По кварцот по застапеноста доаѓаат фелдспатите. Фелдспатите во гранитоидните карпи од локалитетот Пештани се претставени со ортоклас, додека во гранитоидните карпи од останатите локалитети се јавува микроклин. Од групата на плагиокласи е констатиран само албит и тоа во примерокот од локалитетот Пештани. Од лискуните присутен е само мусковитот и тоа во гранитоидните карпи од локалитетите Пештани и Лозјанска река. Во примероците земени од гранитоидните карпи од локалитетите Пештани, Кален и Косовска река и констатирана хорнбленда, додека во примероците земени од гранитоидните карпи од локалитетите Кален, Лозјанска река и Косовска река е констатиран аугит.

Гранитоидните карпи од испитуваното подрачје припаѓаат на високо калиско - калциско алкални карпи.

Гранитоидните тела најчесто имаат неправилна форма и ги сечат околните метаморфни карпи, кои наместа, како реликти од пликативни структури, “пливаат” преку нив. Во подлабоките делови гранитоидите во целост преминуваат во еден гранитоиден масив како единствен плутон.

Содржината на SiO_2 кај испитуваните гранитоидните карпи се во дијапазон од 65.71 до 77.307%. Гранитоидите од Кален имаат највисоки содржини на SiO_2 во однос на другите гранитоидни карпи. Најниска содржина на SiO_2 имаат

гранитоидите од Косовска река. Во гранитоидните карпи од Лозјанска река и Пештани содржината на SiO_2 се движи во границите од 65.6 до 75.848.

Испитуваните гранитоидни карпи припаѓаат во групата на гранодиорити до граните кое нешто е согласно и со досегашните проучувања и класификации на карпите.

Врз основа на дистрибуцијата на поедините микроелементи до одредена мерка се следени петрохемиските карактеристики на испитуваните гранитоидни карпи. Поедини диференцијациски низови се карактеризираат со обогатување или осиромашување со микроелементи, зависно од карактерот на магмата и нејзината консолидација на одредени нивоа.

Со начинот на појавување, местоположбата во прекамбријскиот комплекс и контактот со останатите литолошки членови на метаморфниот комплекс, гранитоидите се манифестираат како мошне стари магматити, тесно поврзани за циклусот на метаморфно - магматските и тектонските процеси на прекамбријската ера, т.е. се поврзани со гренвилската тектогенеза.

Мошне едноставниот состав на гранитоидниот магматизам од почетната до завршната фаза и отсуството на побазични магми во процесот укажуваат дека магмите биле образувани со претопување на карпи блиски на гранитоидите, односно се настанати со палингенеза на комплекс на карпи сличен на гнајсно - микашистната серија.

Врз основа на минералолошкиот состав, структурно - текстурните карактеристики, нивните меѓусебни контактни односи и местоположбата на гранодиоритите во метаморфната обвивка, сепак во гранитоидниот магматизам се издвојуваат три сигурни пулсации, т.е. три фази на втиснување, прва и втора гранитоидна фаза и образување на дијашистни жилни карпи.

Моделирањето на поедини делови од проучуваните наоѓалишта и сепаратното набљудување на поедините геолошки профили во трите димензии неоспорно доведува до насочување и моделирање на перспективните резерви во услови на активна експлоатација со комерцијална димензија. Ваквото моделирање особено има своја непобитна страна во осознавањето на степенот на распуканоста, што е еден од основните услови за комерцијалитетот на финалниот производ.

ЛИТЕРАТУРА

- Арсовски, М.**, 1997: Тектоника на Македонија. Рударско – геолошки факултет, Штип. Стр. 306.
- Бариќ, Љ.**, 1940: Извештај о теренском раду у околини Прилепа. *Год. Геол. Инст. Кр. Југ. за 1939 год. Београд.*
- Буге, А.**, 1891: Геолошка скица Европске Турске. *Додаток во Геолошких анала Балканског полуострва 3. Београд.*
- Боев, Б.**, 2001: Извештај за минералошко-петрографски испитувања на архитектонско – украсен камен на локалитетите Крушевица, Мраморани и Слива. Стручен фонд на Т.Д Крин.
- Сох, К.Г., Bell, J.D. & Pankhurst, R.J.** (1979): The Interpretation of Igneous Rocks. London, Alen & Unwin.
- Цвијиќ, Ј.**, 1906: Основе за географију и геологију Македоније и Старе Србије. *Посеб. Изд. С. А. Књ. I Београд.*
- Делеон, Г.**, 1966: Поглед на геолошку старост гранитоидних стена у Пелагонији и Западној Македонији на основу нивове изитопске старости. VI Саветовање геолога СФРЈ, Охрид.
- Цвијиќ, Ј.**, 1911: Основе за географију и геологију Македонија и Старе Србије, и тд. *Књ. III, Београд.*
- Думурџанов, Н., Христов, С., Павловски, Б., Иванова, В.**, 1976: Толкувач за основна геолошка карта 1 : 100 000 за листот Витолиште – Кајмакчалан. *Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје. Стр. 60.*
- Думурџанов, Н., Христов, С.**, 1976: Толкувач за основна геолошка карта 1 : 100 000 за листот Витолиште. *Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје. Стр. 65.*
- Dumurdzanov, N., Hristov, S.**, 1976, Basic geological map 1 : 100 000 for the page Prilep, Geological Institute, Skopje.
- Думурџанов, Н.**, (1985): Петрогенетски карактеристики на високометаморфните и магматски карпи на централните и западните делови на Селечка Планина (СР. Македонија). *Geologica Macedonica T II sv. 1. pp. 3-104, Штип.*
- Harker, A.** 1909: The natural history of igneous rocks. Methuen, London.
- Илиќ, М.**, 1995: Истражување лежишта неметала - граѓевинских материјала. Друго изменено и допуњено издање. Рудаско – геолошки факултет, Београд.
- Илиќ, М.**, 2003: Методы истражувања лежишта неметаличних минералних сировина. Рудаско - геолошки факултет, Београд.
- Јанковиќ, С.**, 1957: Опробавање и прорачун резерви минералних сировина. Рударско – геолошки факултет, Београд.
- Јанковиќ, С., Миловановиќ, Д.**, 1985: Економска геологија и основи економики минералних сировина. Рударско – геолошки факултет, Београд.

- Kuno, H.** 1968: Differentiation of basalt magmas. In: Hess H.H., Poldevaart A. (eds.), Basalt, vol. 2. Wiley Intersciences Publ., New York, 624-628.
- Мариќ. Љ.,** 1936: Проучавање кристаластих стена Кајмакчелана. *Изв. о раду Геол. Инст. Кр. Југ. за 1935 год. Београд.*
- Мариќ, Л.,** 1940: Петрографска и геолошка градња околинае Прилепа и СИ од Прилепа у јужној Србији. *Весн. Геол. Инст. Кр. Југ. књ. VIII Београд.*
- Николов, Н.,** 1921: Цијанитот од Селечка Планина в Македонија. *Труд. на Бугарското природоизпит, дружество, кн. IX Софија.*
- Николов, Н.,** 1924: Белешки врху петрографијата и геологијата на Селечка Планина в Македони. *Год на Софис. Унив. Физ. Мат. Факултет кн. 3. Софија.*
- Ракичевиќ, Т., Стојанов, Р., Арсовски, М.,** 1965: Основна геолошка карта 1 : 100 000 лист Прилеп. *Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје.*
- Ракичевиќ, Т., Стојанов, Р., Арсовски, М.,** 1965: Толкувач за Основна геолошка карта 1 : 100 000 лист Прилеп. *Стр. Фонд на Геолошки завод Скопје. Стр. 65.*
- Prohić, E.** 1998: Geokemija. Knjiga, Udžbenici sveučilišta u Zagrebu.
- Rollinson, H.R.** 1993: Using Geochemical Data. Longman Scientific & Technical, New York.
- Спасовски и др.,** 2010: Проект за детални геолошки истражувања на минерална сировина гранит на локалитетот Косовска Река, Општина Прилеп. *Стручен фон на ALPINE BAU GmbH Salzburg Austria, 48 стр.*
- Спасовски и др.,** 2010: Елаборат за детални геолошки истражувања на минерална сировина гранит на локалитетот Косовска Река, Општина Прилеп. *Стручен фон на ALPINE BAU GmbH Salzburg Austria, 60 стр.*
- Spasovski, O.,** 2011: Possibilities for using granodiorite of “Kosovska Reka”, village of Caniste (Western Macedonia), as an architectural stone. *Geologica Macedonica, 25 (1). pp. 73-81. ISSN 0352-1206.*
- Spasovski, O., and Spasovski. D.,** 2015,: Physical-mechanical and mineralogical-petrographical characteristics of the granodiorite of “Lozjanska Reka”, village of Krusevica (Western Macedonia). *Mezhdunarodnyj naucno-issledovatel'skij zurnal No. 1 (32) 2015 Cast 1. Pp. 91 – 97.*
- Стаевиќ, Б.,** 2003: Проекување и истраживање лежишта чврстих минералних сировина. Део први, Графичко проектување и геометризација. *Рударско - геолошки факултет Београд.*
- Стојанов, Р.,** 1958. Претходни резултати од геолошките и петрографските истражувања Селечка Планина .*Трудови на Геолошки завод на Република Македонија. Св. 6. стр. 127-180.*

- Стојанов, Р.** 1960: Претходни резултати од геолошките и петрографските истражувања на високометаморфните стени во централниот дел на Пелагонскиот масив. *Трудови на Геолошкиот завод на НРМ, св. 7. Скопје.*
- Стојанов, Р.,** 1968: Фенгити на Пелагонскиот масив. *Трудови на Геолошкиот завод на Република Македонија. Св. 13.*
- Стојанов, Р.,**1974: Петролошки карактеристики на магматските и метаморфните стени од пошироката околина на Прилеп. (Македонија). *Посебно издание на трудови на Геолошки завод, бр. 4. Скопје.*
- Stojkov, S., Spasovski, O.,** 2014: Possibilities for using granodiorite of “Lozjanska Reka”, village of Krusevica (Western Macedonia), as an architectural stone. *Geologica Macedonica, 28 (1). pp. 19-26. ISSN 0352-1206. (2014).*
- Тучан, Ф.,** 1926: Минералошко – петрографска проучавања у кристаластом масиву измеѓу Прилепа и Кајамкчалана. *Гласн. Ск. Нуч. Др-ва. Књ. II, св. 1 и 2. Скопје.*
- Вакањац, Б.,** 1992: Геологија лежишта неметаличних минералних сировина. Рударско – геолошки факултет Београд, *Катедра економске геологије, Посебна издања бр. 4, Београд, 323 стр.*